

Nº / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /

THÈSE

pour obtenir le grade de

Docteur

de

**l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement
(Agro Paris Tech)**

Spécialité : Agronomie

présentée et soutenue publiquement
par

JOHANN HUGUENIN

le 19 DECEMBRE 2008

GESTION DES PRAIRIES AMAZONIENNES CONTRE LES ADVENTICES EN GUYANE FRANÇAISE SUIVANT LES CONDITIONS BIOPHYSIQUES, LES PRATIQUES AGRICOLES, ET L'ORGANISATION DU SYSTEME PATURE

Directeur de thèse : Michel DURU

Codirecteur de thèse : Bernard HUBERT

CIRAD, UR18 Systèmes d'élevage et produits animaux 34398 Montpellier

INRA, UMR1248 Agrosystèmes et Développement territorial 31326 Castanet-Tolosan

Devant le jury :

M. Joseph BONNEMAIRE, Pr., ENESAD
M. Sylvain PLANTUREUX, Pr., ENSAIA
M. Jean-François TOURRAND, DR, IFRAI
M. Michel DURU, DR, INRA
M. Bernard HUBERT, DR, IFRAI
M. Didier RICHARD, DR, CIRAD

Président du jury
Rapporteur
Rapporteur
Examineur/ Directeur de Thèse
Examineur/ Co-Directeur de Thèse
Examineur

ABIES



Agriculture,
Alimentation,
Biologie,
Environnement
et Santé



Institut des sciences et industries
du vivant et de l'environnement

Gestion des prairies amazoniennes contre les adventices en Guyane française suivant les conditions biophysiques, les pratiques agricoles, et l'organisation du système pâturé

Thèse de Johann HUGUENIN

Paris le 19 décembre 2008

Michel DURU Directeur de Thèse
Bernard HUBERT Co-Directeur de Thèse
Joseph Bonnemaire Professeur correspondant
pour l'Ecole Doctorale ABIES



UR Systèmes d'élevage et produits animaux
Groupe Greforec: Gestion des ressources fourragères
en régions chaudes
Département Environnements et Sociétés



UMR AGIR Agrosystèmes et Développement territorial
Equipe Orphée : Outils, Références et modèles pour la
gestion des systèmes herbagers
Départements Sciences pour l'action et le développement
& Environnement et agronomie

Avant-propos / Remerciements

La réalisation d'une thèse en cours de carrière s'inscrit dans une histoire multiple avec des ancrages anciens et dans une géographie variée. Mon début de carrière qui portait sur les techniques agricoles au sein de projets de développement ruraux (portés par des ONG), m'a conduit à rencontrer Jacques Audru, Philippe Lhoste, et Etienne Landais, au cours des années 1980. Ils m'ont initié à leurs démarches respectives de recherche en agropastoralisme, en zootechnie et en système d'élevage. Grâce à ces acquis j'ai été impliqué dans plusieurs programmes ou projets communs, une fois entrée à l'I.E.M.V.T. (Djibouti, Mali, Sénégal, République de Centrafrique). J'ai aussi eu l'opportunité (chance) de travailler en équipe multidisciplinaire avec André Lericollais, Pierre Milleville, Jean-Paul Dubois de l'Orstom (sur le projet d'étude "retour sur terroirs anciens" concernant le volet sur des terres neuves du Sénégal Oriental). Par Jean-Luc Messe (Cnearc/IRC) j'ai pu saisir la pertinence de l'agroécologie, ce qui m'a permis, par la suite, de mieux bénéficier des conseils de Gérard Balent et Vincent Blanfort. Ma prise en compte des avantages de travailler avec les sciences humaines avait commencé avec les géographes de l'Orstom, mais aussi avec Guy Pontié, sociologue, Philippe Couty, économiste et Charles Becker, historien et anthropologue. Georges Dupré, pédologue et anthropologue, m'a éveillé aux intérêts des liens entre les disciplines des faits et les disciplines des actes, cette pertinence a été par la suite été renforcée par Bernard Hubert.

Gérard Matheron, alors en fonction comme directeur scientifique à l'IEMVT-Cirad, m'avait incité à envisager une thèse à l'occasion d'une affectation en Guyane en 1993. Il avait, avec Léon Letenneur et Jean-François Tourrand, contribué à ce que mes prises de fonctions soient facilitées auprès d'une filière d'élevage guyanaise en phase de recomposition. Là doit être mentionné les qualités relationnelles des éleveurs leaders d'instances professionnelles et/ou de références dans des réseaux de suivi/évaluations, notamment : Albéric Benth, Catherine Bergère, Hugues Bergère, Chantal Berthelot, Herold Bogel, Maryse Boilteau, Fred Buffard, Jacques Derain, Pierre Ducat, Jean-Pierre Drelain, Marie-Rose Ghuio, Harrynaraim Jharap, Françoise Joffre, Patrick Labranche, Jean Mornand, Maurice Porineau, Eric Randel, Edouard Rodzen, René-Claude Sophie, Hermann Van Den Berg, Michel Zulémaro. Je me dois aussi de reconnaître la qualité des collaborations avec de nombreux autres professionnels impliqués dans le secteur de l'élevage guyanais, ils étaient apparentés à des groupements de producteurs, au Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane, au Lycée Agricole, au CRITT à la DRRT, aux collectivités territoriales, aux organismes économie d'appui : François Bourlier, Christophe Carité, Alain Cointat, Georges Euzet, Eric Fouquet, Jean-Paul Gachet, Gardy Jean-Baptiste, Karine Jean-Baptiste, Marie-Claude Poudevigne, Arthur Othily, Albert Ripoché, Eric Roux, Laurent Serre.

A l'occasion d'un DEA dirigé par Jean-Paul Deléage sur l'Environnement Temps Espaces et Sociétés associé à l'INA P-G pour l'option agriculture/élevage et développement durable co-conduit par Jean Lossouarn et Joseph Bonnemaire, que j'ai suivi en 1996/1997 (sur l'incitation de Jean-Charles Lefèvre), j'ai été amené à établir des contacts avec de nombreuses équipes basées en France métropolitaine dont leurs sujets d'études portaient pour partie sur les pâturages. De ces équipes, de nombreuses personnes m'ont apporté leur appui et leurs conseils, tout particulièrement de l'Inra : Gérard Balent, Stéphane Bellon, Marc Benoît, Pablo Cruz, Benoît Dedieu, Michel Duru, Stéphane Ingrand, Claire Jouany, Gilles Lemaire, Michel Vivier. La poursuite du DEA en Thèse a été délicate à instruire en raison de problèmes institutionnelles et de programmation (de nombreux financements étaient en cours et devaient être honorés), a mobilisé de nombreuses personnes. Sans leurs engagements, le dossier d'inscription n'aurait jamais pu être élaboré et déposé. Parmi eux se trouvait : Joseph Bonnemaire, Michel Duru, Joseph Domenech, Bernard Faye, Hubert Guérin, Bernard Hubert, Philippe Lhoste, Jean Lossouarn, Georges Rippstein, Bernard Toutain.

Toute ma gratitude va au comité de thèse qui s'est constitué et qui m'a accompagné durant tout le périple du déroulement de la thèse. Cette équipe était constituée de Joseph Bonnemaire, Michel Duru, Bernard Hubert, Danièle Magda, Didier Richard. Elle fut renforcée à certaine période par : Nathalie Girard, Georges Rippstein, leur appui à tous fut précieux. En parallèle à ce comité, je me dois de reconnaître l'importance et la qualité des conseils de François Launay en matière de pédagogie et de procédures institutionnelles. Et au terme de ce travail, je remercie les personnes qui ont bien voulu être les rapporteurs de ma thèse : Sylvain Plantureux, Jean-François Tourrand.

Comment ne pas évoquer les personnes (quelque soit leurs métiers), rattaché à des institutions scientifiques, qui m'ont apporté leur appui ponctuel, pour me permettre d'avancer efficacement dans mon travail : Véronique Alary¹, Jean-Jacques Barrer¹, Denis Bastianelli¹, Denise Bastron¹, Eric Baran⁷, Claire Benetti¹, Moïse Béreau², Vincent Blanfort¹, Laurent Bonnal¹, Martine Campodonico¹, Emmanuel Camus¹, Alain Carrara¹, Jean Charoy¹, Christophe Couturier¹, Jean César¹, Pablo Cruz², Philippe Daget⁴, Jean-Philippe Deguine¹, Céline Dutilly-Diane¹, Cyril Dutour¹, Marie-Anne Dutour¹, Olivier Eraud-Berthaut, Bernard Faye¹, Laura A. Ferreira⁸, André-Marie Fernandez¹, Antoine Gardel³, Michel Gayalin⁵, Christine Gerbaud¹, Benoît Gleizes², Catherine Hervouet¹, Frédéric Huynh³, Philippe Jouve², Xavier Juanes¹, Henri-Dominique Klein¹, Charline Laurent¹, Alain Le Masson¹, Philippe Leconte¹, Rui Manuel Rosário Ludovino⁸, Jacques Maillet³, Gilles Mandret¹, Pascal Marnotte¹, Annie Marti¹, Isabelle Marty¹, Samir Messad¹, Christian Meyer¹, Jean-Pierre Muller¹, Alain Plenecassagne³, Jean-Pascal Pichot¹, Paul Planquette², Jacques Poissonet⁴, Vincent Porphyre¹, Georges Rippstein¹, Laurence Rodriguez¹, Guy Roberge¹, Marianna Siegmund-Schulte⁸, Olivier Topall⁸, Bernard Toutain¹, Alain Xandé². Sans rechercher une exhaustivité, il s'agit au moins de citer une bonne partie de ces personnes qui me remonte en mémoire. Leurs appuis ou conseils ont été très variés, couvrant un large panel de services, mais tous nécessaires.

J'ai déjà signalé dès le début de cet avant-propos, la base principale des personnes, acteurs locaux, qui m'ont accueillies et avec lesquels j'ai pu conduire mes travaux et recherches, notamment les éleveurs avec qui nous avons le plus collaboré. J'ai mentionné aussi des personnes salariées à différentes structures qui étaient impliquées dans une dynamique commune à la notre. Reste aussi à mentionner les nombreuses personnes qui se sont trouvées à travailler dans l'équipe de recherche du Cirad-Emvt de Guyane (Titulaires, contractuelles, VAT, stagiaires). Elles ont toutes travaillé, à des degrés divers, dans les études qui ont permis cette thèse : Alain Bigot, André Billot, Laure Carut, Caroline Chartier, Christelle Denis, Fabienne Dorvaux, Eric Etter, Marie-Anne Lechevalier, Jean-Christophe Leguillon, William Levis, Frédéric Lhoste, Pierre-Antoine Morand, Marie-Anne Plagnet, Marion Séréna.

Au-delà des contributions directes, lors de mon parcours de thèse, il me paraît cohérent de signaler également tout un enchevêtrement de relations indirectement liées au sujet de ma thèse, qui m'a aussi considérablement conforté et encouragé à persévérer quand la tâche paraissait laborieuse. Je pense à de nombreuses personnes avec qui j'ai eu à travailler ou échanger dans plusieurs réseaux ou projets depuis 2000 : Livia Navegantes Alves⁸, Véronique Ancey¹, Martine Antona¹, Alain Aventurier¹, Martine Azzopardi¹, Jean-Marc Barbier², Aurélie Binot-Herder¹, François Bocquier², Pascal Bonnet¹, Edwige Botoni¹, André Bornard⁵, Roger Bouchy⁶, François Bousquet¹, Bruno Caraguel⁶, Patrick Caron¹, Jean-Christophe Castella³, Paul Chassany², Jean- Luc Chotte³, Christophe Dalibard¹, Camille Danes¹, Hermann Dodier⁶, Jean-Jacques Drevon², Michel Dulcire¹, Guillaume Duteurtre¹, Gérard Duvallet⁷; Patrick Fabre⁶, Francis Forest¹, Olivier Frigout³, Francis Ganry¹, Régis Goebel¹, Sylvie Gourley-Fleury¹, Pascal Grosjean⁶, Gérard Guerin⁶, Patrice Grimaud¹, Nathalie Hostiou², Alexandre Ickowicz¹, Richard Joffre⁴, Paul Lapeyronie², Jean-Pierre Legeard⁶, Dominique Louppe¹, Henri-Félix Maître¹, Eric Malézieux¹, Michel Meuret², Catherine Moulia⁷, Charles-Henri Moulin², Dominique Narboux⁶, Marc Pansu³, Régis Peltier¹, René Pocard-Chapuis¹, Jean-Paul Poivey², Roland Poss³, Nivo Ranaivoarivelo³, Christian Sahut¹, Paulo Salgado¹, Eric Scopel¹, Nicole Sibelet¹, Véronique Stevoux², Jacques Tassin¹, Martine Teuma⁶, Emmanuel Torquebiau¹, Ibra Touré¹, Jacques Wery². Je profite donc de cette occasion pour remercier toutes ces personnes relevant de plusieurs cercles et communautés de métiers.

Je dois aussi reconnaître que ce périple a surtout pu aboutir grâce au soutien et à l'encouragement de mon épouse, Michèle Huguenin-Bourdon, et de mes filles Laetitia et Sonia Huguenin.

¹ Cirad ; ² Inra & SupAgro ; ³ IRD/Orstom ; ⁴ Cnrs ; ⁵ Cemagref ; ⁶ AFP ; ⁷ Universités MI & Lyon ; ⁸ Institutions brésiliennes

Résumé

Les prairies guyanaises sont issues de transformations majeures du milieu (savane/forêt), pour l'implantation d'espèces fourragères exotiques (*Brachiaria* spp. *Digitaria swazilandensis*). Leur mise en place a débuté dans les années 1970, afin d'installer des exploitations d'élevages bovins sur pâturages à fortes productivités, mais qui se sont révélées vulnérables aux invasions par des adventices. Ces prairies sensibles aux perturbations, connaissent des successions végétales rapides qui génèrent leur dégradation. Les luttes directes des adventices s'avèrent onéreuses, délicates et leurs résultats sont peu efficaces et de faibles durés. Pour les acteurs du secteur, cette situation constituait une cause importante de fragilisation des élevages. Souhaitant mieux maîtriser ce phénomène, ils ont sollicité la participation de la recherche pour mener en commun des études sur ce sujet. Démarche qui a conduit à une recherche impliquée reposant sur une plateforme locale de "porteurs d'enjeux" (*stakeholder*) multiprofessionnelle. D'où a été reformulée une problématique sur les possibilités de pérennisation de ces prairies grâce à des modalités d'organisation et de pratiques d'élevage aptes à contrôler les dynamiques écologiques des adventices envahissantes.

Les hypothèses sur l'importance des pratiques (leurs assemblages) ont été validées par des analyses synchroniques et diachroniques multicritères de données provenant essentiellement de sept élevages. Leurs recueils ont été l'objet de suivis, de mesures et d'informations issues d'entretiens permanents auprès des acteurs de la plateforme d'échanges. Ils ont été réalisés à plusieurs niveaux, avec comme principaux barycentres d'études : la parcelle et l'exploitation. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'un travail de représentations partagées "chemin faisant" entre les partenaires de l'étude, pouvant ainsi s'inscrire dans un "savoir actionnable". Cela a permis d'avoir des perceptions communes sur les conditions de conduite du cheptel (allotement, allocation, reproduction, croissance/engraissement), du pâturage (chargement, rotation, temps de repousses), d'aménagement et de structuration du territoire. Cette démarche de cognition distribuée a permis d'établir des prototypes d'organisations et de fonctionnements d'élevages ayant sens et cohérence entre les actes et les faits, entre les contraintes permanentes comme l'alimentation du bétail et les logiques longues de la pérennisation de la ressource fourragères. De cette reliance a pu être établie des voies d'ajustements des pratiques tout en restant en consonance avec les contraintes de productions.

L'incidence directe des pratiques provient essentiellement du type de couvert installé (choix d'espèces) et des modalités de pâture, notamment sur les variations brusques ou modulées des opérations (charges/rotation/repousses). Leurs interactions se traduisent par des structures du couvert fourrager plus ou moins lâches (méthode de mesure conçue pour cette étude). Celles denses et épaisses se retrouvent surtout dans les prairies saines. Les modes d'organisation ont également une incidence sur la gestion des prairies, notamment par l'aménagement du parcellaire et la conduite du cheptel, qui jouent sur les marges d'ajustements dans le rapport bétail/prairie. L'effet saison doit aussi être pris en compte (vulnérabilité plus forte des couverts fourragers à certaines époques clés). L'aide à la perception et à la décision pour les acteurs locaux, a commencé par une "modélisation sémantique" permettant de mener des représentations communes. Elles ont fait l'objet de modélisations schématiques sur des chronogrammes et des cartographies renseignés. Des outils plus orientés ont été retenus comme le profil de pâturage à la parcelle, qui visualise les variations d'usages. Le travail de modélisation a fait ressortir des éléments pertinents pour apprécier des systèmes herbagers dans d'autres terrains (Brésil, Europe...). Les résultats obtenus s'inscrivent dans les travaux en cours sur la pertinence des élevages en matière d'agroécologie, d'écodéveloppement pouvant contribuer à la gestion de la fertilité du milieu et à l'écologie du paysage.

Mots clés : Guyane, prairie, pâturage, adventice, dégradation, structure fourragère, pratiques d'élevage, modèle, Système herbager, agroécologie, écosystème pâturée, recherche impliquée, écodéveloppement.

Title: Management of Amazonian grassland against weeds: biophysical conditions, agricultural practices and organization of grazing system in French Guiana

Summary

Guyanese grasslands result from major land use changes of the environment (savannas / forest), and the introduction of exotic species forage (*Brachiaria* spp. *Digitaria swazilandensis*). Their implantation began in the 1970s as a mean to favour the establishment of bovine farms on high productivity meadows. But, these meadows have been vulnerable to weeds invasion. These grasslands are sensitive to disturbance and register rapid succession of vegetation that generate their degradation. The direct eradication (or control) of weeds is expensive, difficult and results are poorly effective, and do not last long. According to the stakeholders of the sector, this was an important cause of vulnerability of these farm systems. In order to better control this phenomenon, they sought the participation of research to conduct joint studies on this issue. The approach led to a participatory research based on a local and multi-professional platform of stakeholders. This organization favoured the redrafting of the problematic, by considering the possibilities of sustaining these grasslands through the introduction of organizational procedures and husbandry practices that are suitable to control the ecological dynamics of invasive weeds.

The assumptions related to the importance of practices (and the joint practices and strategy) were validated by synchronic and diachronic multi-criteria analysis issued from seven farms. Data collection resulted from monitoring, measurements and declarations issued from permanent interviews among the actors of the platform of exchange. The interviews were made at two main levels: the plot and the farm. Results have been used in a continuous work of representation with the partners in the study, as part of an "acting knowledge". This process allowed building a common perception on the conditions of herd management (allotment, allocation, reproduction, growth / fattening), grazing (stocking rate, rotation, recovery period (period of regrowth of grass), and land use planning. This approach of "distributed cognition" has established archetypes of farms organization and functioning which resulted in coherence between facts and actions, and between the permanent constraints such as feeding system and the long term logics of the durability of fodder resources. This perception of the situations favoured the development of adjustments of the practices while remaining in consonance with the production constraints.

The direct impact of these "new" practices comes mainly from the type of vegetation cover (choice of species) and the grazing practices, due partially to the level of variation (rapid or adjusted) of operations (stocking rate /rotation/recovery period). Their interactions are reflected in the meadow structures more or less stretched (measurement method designed for this study). Dense and thick structure of grass swards are found mostly in healthy grasslands. The modes of organization also have an impact on the management of grasslands, particularly through the plots and livestock management, which both play on the flexibility in the livestock / grassland interactions. Seasonal effects should also be taken into account (higher vulnerability of fodder covers in key periods). The support to the perception and decision of local actors began with a "semantic modelling" to conduct common representations, which have been modelled on timing charts and maps. More oriented tools were selected such as pasture profile at the plot level which shows the variations of uses. Modelling has highlighted relevant factors to assess grazing systems in other countries (Brazil, Europe ...). These study results are part of ongoing work on the relevance of livestock systems in supporting agro-ecology and eco-development models through its contribution to soil fertility management and landscape ecology.

Keywords: Guyana, grassland, weed, degradation, fodder structure, husbandry practices, model, grazing system, agroecology, grazed ecosystem, participatory research, sustainable development.

Sommaire

Introduction générale	01
1. Situation du sujet	
11. Les élevages guyanais et leurs prairies	03
12. Contraintes environnementales et situations pédoclimatiques	07
13. Moyens pour s'affranchir des contraintes du milieu et perception des éleveurs	09
2. Positionnement et stratégie de l'étude	13
21. Etablissement des partenariats locaux	13
22. Stratégie et méthodologie	17
23. Principes de mise en place des dispositifs et approches des situations	21
3. Organisation de l'étude et du document	21
<i>PARTIE I : Cadrage préalable et théorique</i>	25
1. Problématique générale	27
"De la préoccupation des professionnels à la problématique globale"	
11. Les enjeux partagés pour une problématique reformulée	30
12. Déclinaison de notre problématique pour la thèse	31
13. Notre question de recherche	34
14. L'hypothèse générale retenue	35
15. De l'objectif commun à l'objet de recherche	37
2. Fondements et cadre théorique	38
21. Les approches retenus	39
22. Transdisciplinarité	40
221. Recours aux sciences humaines	40
222. Conjugaison de règles de l'écologie et de l'agronomie	42
223. L'agroécologie	43
2231. <u>Considération sur l'agroécologie</u>	43
2232. <u>Principaux axes de l'agroécologie</u>	45
2233. <u>Concepts de l'écologie pour l'agronomie des prairies</u>	46
<u>/ Perturbation, succession, résilience</u>	
224. Résilience et développement durable	48
225. Vocabulaire en écologie végétale, en agronomie prairial	49
3. Cadre et repères communs pour les travaux de recherche	51
31. Systèmes de culture, de production, fourrager et d'élevage	51
32. Pratiques et techniques	66
33. Conduites d'élevage et pratiques spécifiques d'élevage	70
<i>PARTIE II Contexte de l'étude</i>	73
<i>L'herbage au fil du temps en Guyane, son évolution, son importance, sa gestion</i>	
1. Dynamique de l'élevage du bétail et des pâtures en Guyane	75
11. Ressources locales pâturées depuis le XVII ^e siècle	75
12. Recherche sur la productivité herbagère	77
13. Evolution de la diversité des systèmes d'élevage herbagers	82

2. Conditions de gestion des prairies en Guyane	87
21. Contexte humain et environnement social	87
22. Le climat guyanais est de type équatorial humide	94
23. Les caractéristiques pédologiques	97
24. Les savanes côtières de Guyane	99
25. Les herbages guyanais et d'autres écorégions	103
251. Répartition, apparition des formations herbacées	103
252. Des prairies issues des sciences et techniques agronomiques	105
253. Prairies décriées à prairies vertueuses	108
3. Gestion des prairies suivant les systèmes d'élevage	113
31. L'arrivée de "pratiques productivistes" par le "Plan vert"	113
32. Les espèces fourragères utilisées depuis 1970	116
33. Règles du "Plan vert" concernant les prairies	117
331. L'implantation des prairies	118
332. Entretien des prairies implantées	119
333. Mode d'exploitation des prairies	121
34. Des pratiques suivant les types d'élevage post "Plan Vert"	123
341. Type 1 : Stratégie d'élevage basée sur l'épargne et l'occupation foncière	123
342. Type 2 : Elevages en cours de désintensification	125
343. Type 3 : Les élevages installés après le "Plan Vert"	125
344. Type 4 : Les élevages qui ont pour fonction principale la production	126
35. Caractéristiques génériques et repères pour la conduite des prairies	129
351. Règles communes de la conduite d'élevage	130
352. Le fond technique culturel sur l'élevage en Guyane	131
353. L'attente des éleveurs pour gérer leur prairie	132
3531. <u>Des élevages oubliés du plan vert</u>	133
3532. <u>Des élevages en déroute du "Plan vert"</u>	134
3533. <u>Des élevages en émergence</u>	134
3534. <u>Des élevages en situation de production</u>	135
354. Le questionnement avec la recherche sur le pâturage guyanais	136
4. Transition agraire et évolution des pratiques	138
41. Transition pour les élevages	138
42. Des techniques standard à l'ouverture des pratiques	139
43. Des pratiques en évolution	140

PARTIE III Etudes réalisées et résultats obtenus 143

1. Méthodologie et dispositifs	145
11. Choix méthodologiques	145
12. Principes méthodologiques de l'étude et de ces dispositifs	146
13. Dispositifs et protocoles d'études par campagne	149
14. Méthode d'échantillonnages	151
15. Paramètres et mesures attendus des dispositifs mis en place	155
151. Définition du salissement d'une prairie et méthode de mesure	155
152. Définition de la dégradation des prairies	156
153. Données enregistrées	157
1531. <u>Informations antérieures sur les parcelles</u>	157
1532. <u>Etat des lieux du milieu biophysique</u>	158
153.3. <u>Pratiques et choix des éleveurs dans l'entretien et l'exploitation des prairies</u>	160
153.4. <u>Variables d'état des prairies auxquelles des liens biométriques sont recherchés</u>	161

154. Protocoles de recueil de l'information	161
155. Dispositifs supplémentaires	164
16. Méthodes de traitement des données	164
161. le traitement biométrique	164
162. le traitement graphique des données	167
163. Information cartographique	167
2. Spécificités et imbrication des quatre études	170
3. Identification et hiérarchisation des facteurs pouvant être liés à la de dégradation des prairies	174
31. Introduction	175
32. Matériel, Méthodes et dispositifs	175
321. Sources des informations enregistrées (rappel)	175
322. Caractéristiques des données	175
323. Pré - traitements des données et des variables	175
324. Pré – traitements des sites – parcelles – stations	179
325. Analyses multivariées descriptives par étapes	179
326. Point méthodologique sur les analyses factorielles	179
327. Caractérisation des modalités d'exploitations des pâturages	181
33. Résultats acquis	185
331. Le contraste des milieux d'origine: savane / forêt et la position marquée de l'alumine dans les sols	185
331.1. <u>Le paramètre de la toxicité aluminique se révèle très démarquée</u>	185
331.2. <u>Un gradient végétation d'origine très marqué (forêt – savane)</u>	185
332. Grandes tendances décelées dans les pratiques des éleveurs	189
332.1. <u>La rotation ou le pâturage permanent</u>	189
332.2. <u>Trois groupes de pratiques en matière d'entretien des prairies</u>	190
332.3. <u>Des pratiques intensives en intrants non corrélées à de forts chargements</u>	191
333. Le degré de dégradation discrimine efficacement les types de prairies	193
334. L'analyse globale	196
334.1. <u>La dégradation des prairies non indépendante des facteurs du milieu</u>	197
334.2. <u>Les pratiques liées à l'état de la végétation des prairies</u>	197
334.3. <u>Des teneurs en minéraux des graminées qui s'opposent</u>	199
334.4. <u>Des prairies de tous niveaux de dégradation sont présentes en terrains issus de savanes comme de forêts</u>	199
335. Récapitulatifs des principaux résultats s de la 1 ^{ère} campagne	203
335.1. <u>Les prairies issues de savanes pauvres qui apparaissent saines & productives</u>	205
335.2. <u>Sur les facteurs qui interfèrent sur l'évolution de la végétation des prairies</u>	205
336. Etudes approfondies des facteurs les plus liés à la dégradation des prairies	207
336.1. <u>Réajustement de variables sur les pratiques</u>	207
336.2. <u>Analyses approfondies sur les conduites des pâturages et espèces fourragères</u>	208
336.3. <u>Interprétations des analyses suivant les conduites des pâturages et les espèces fourragères</u>	211
34. Discussion et perspectives	219
341. Facteurs des pratiques et vulnérabilité de la végétation des prairies	219
342. Les paramètres du milieu	221
343. Place et recours aux éléments minéraux	222
344. Les pratiques de désherbage sur les prairies	223
345. "Agroécosystème pâturé intégré"	224
346. Récapitulatifs des facteurs liés à l'état des prairies	225
347. Perspectives et exploitations des résultats	228
35. Conclusion	229

4. La structure du couvert fourrager : un moyen pour modéliser l'effet des pratiques agricoles sur l'abondance de plantes invasives indésirables

41. Introduction	231
42. Définition, matériel, méthodes et dispositifs	233
421. Définition et repérage de l'étude sur la structure des couverts fourragers	233
421.1. <i>La notion de structure du couvert</i>	233
421.2. <i>Notre cadre d'étude pour aborder la structure du couvert herbacé fourrager</i>	235
422. Matériel et méthodes appliqués pour mesurer les structures du couvert herbacé fourrager	237
423. Dispositifs et traitements des données	238
43. Principaux résultats obtenus	241
431. Poids des espèces fourragères dans les structures des couverts herbacés	243
432. Liens révélés entre la structure du couvert fourrager et l'état des prairies	248
433. Mise en évidence de l'ensemble des relations : Pratiques – Structure – Etat des prairies	250
434. Confirmation du poids des pratiques sur l'état des prairies	252
44. Discussion	254
441. L'intérêt du suivi de la pâture par le profil d'exploitation	254
442. Les mesures de la structure du couvert prairial et son usage	254
443. Relations entre les modes de pâture et la structure du couvert prairial	255
444. Relation entre la structure du couvert prairial et l'état de la végétation herbacée	257
45. Conclusions	261

5. Sensibilité à l'ombrage et à la défoliation d'une adventice majeure (*Mimosa pudica*), pris comme modèle au stade plantule

51. Introduction	263
52. Méthodologie, matériel et dispositifs	268
521. Sensibilité des plantules sous différents couverts herbacés fourragers	269
522. Tests de sensibilité des plantules en serres à l'ombrage et à la défoliation	275
53. Analyses et résultats sur la sensibilité des plantules de <i>Mimosa pudica</i>	279
531. Comportement des plantules sous différents couverts herbacés fourragers	279
532. Effets d'ombrages et défoliation sur des plantules élevées sous serres	281
54. Discussions et perspectives	285
55. Conclusion	292

6. Conception et diagnostic des conduites agropastorales des prairies et contrôle des plantes invasives

61. Introduction	293
62. Repères méthodologie pour l'étude des systèmes techniques en matières de gestion des pâturages	295
621. Pratiques d'agriculteurs, d'éleveurs	295
622. Décisions, actions, règles et stratégies	296
63. Démarche de recherche et dispositifs retenus	298
631. Choix des observations diachroniques des pratiques	298
632. Repérage des territoires pâturés des élevages suivis	299
633. Suivis des lots de bétail et de la gestion des prairies	301
634. Etude de l'effet de l'organisation/aménagement du territoire	305
64. Résultats sur les facteurs de choix des pratiques et leurs effets sur les fonctions périodiques des prairies et leur longévité	307
641. Enseignement de la lecture du territoire	307
Aménagement discontinu du parcellaire et de ses infrastructures – Prototype AD	
Aménagement concentré du parcellaire et de ses infrastructures – Prototype AC	
Aménagement simplifié du parcellaire et de ses infrastructures – Prototype AS	
Aménagement ordonné et structuré dans l'ensemble du parcellaire – Prototype AO	
642. Caractéristiques de pilotage	314
642.1. Les allotements et leurs évolutions : Modalités de composition/recomposition des lots	314
Allotement des animaux en "croissance - engraissement"	
- Allotement du bétail en "croissance - engraissement" en bande mixte	
- Allotement du bétail en "croissance - engraissement" en bandes mixtes puis sexuées	
- Allotement du bétail en "croissance - engraissement" en lots sexués et physiologiques	

Allotement des animaux reproducteurs	
- Allotement des troupeaux reproducteurs suivant la présence des taureaux	
- Allotement des troupeaux reproducteurs suivant leur effectif	
Allotement d'autres catégories d'animaux – lots complémentaires	
642.2. Allocations des lots dans les parcelles suivant leurs fonctions	323
Considérations des lots et leur affectation dans les zones de pâture	
- lot d'animaux demandant peu de surveillance	
- lot d'animaux qui nécessite des soins ou une attention rapprochée	
Logiques d'articulation Lots / Zones de pâtures	
- Elevages statiques	
- Elevages en ajustements permanents	
- Elevages anticipateurs	
642.3. Caractérisation et organisation des rotations et îlots de pâturage	325
643. Evolution des pratiques et organisations	327
65. Discussion de la gestion agropastorale	329
651. Des prototypes de fonctionnement contrastés	330
652. Des systèmes de production connaissant des dynamiques et des évolutions différenciées	334
653. La caractérisation et la reconnaissance d'une diversité de logiques d'élevages	336
654. Les pratiques comme révélatrices des conceptions d'élevage	337
66. Conclusion	340

Discussion générale 343

Introduction 345

1. Revue des études, légitimité des hypothèses et des résultats	347
11. Les infestations des prairies sont dues surtout aux pratiques liées aux modalités de pâture	348
12. Incidences des structures du couvert fourrager sur l'état de dégradation des prairies	352
13. Vulnérabilité de <i>Mimosa pudica</i> , modèle d'adventice invasive des prairies guyanaises	356
14. L'organisation et les pratiques agropastorales face à l'enjeu du maintien du couvert prairial	360
15. Le poids des pratiques à tous les niveaux au plan d'actions intégrées	363
2. Contour théorique, méthodes et modalités de recherche	366
21. Pertinence du contour d'études des faits biophysiques et agroécologiques des prairies	366
pâturés aux actes agropastoraux et cognitifs d'organisation et de décisions des éleveurs	
22. Intérêts des approches systémiques multidimensionnelles pour apprécier les	367
agro-écosystèmes pâturés et leur pilotage, avec des analyses analytiques complémentaires	
23. Interprétations des données et représentations émergées en partenariat des	369
résultats obtenus par plusieurs déclinaisons de modélisation	
3. Déclinaison et usages des résultats obtenus et leurs perspectives	372
31. Résultats mis en application par les systèmes herbagers guyanais	372
32. Résonance des acquis dans des réseaux de connaissances scientifiques	375

Conclusion générale 379

Bibliographique 388

Listes de figures de l'étude

- Figure n°01 : Prairie guyanaise en cours d'embrous saillement.
- Figure n°02 : Prairie entièrement recouverte par *Mimosa pudica* L.
- Figure n°03 : Zébu Brahman qui pâture sur une prairie de *Brachiaria humidicola* L.
- Figure n°04 : Rotobroyage d'une prairie à *Brachiaria decumbens*, envahie par *Mimosa pudica* L.
- Figure n°05 : *Mimosa pudica* L. en fleurs.
- Figure n°06 : Les principales *Brachiaria* utilisées en Guyane.
- Figure n°07 : Répartition du cheptel bovin, en nombre de têtes, sur le territoire guyanais en 1989 et en 1996.
- Figure n°08 : Répartition de la Surface Toujours en Herbe (STH) en Guyane en 1996.
- Figure n°09 : Distance Guyane France métropolitaine .
- Figure n°10 : Carte des isohyètes de la pluviométrie normale annuelle en Guyane - Période : 1961/1990.
- Figure n°11 : Graphes climatologiques de la Guyane .
- Figure n°12 : Profil pédologique sous prairie.
- Figure n°13 : Savane côtière à base de cypéracées sur sol podzolique.
- Figure n°14 : *Cyperus compressus* L.
- Figure n°15 : *Cyperus laxus* Lam.
- Figure n°16 : *Spermacoce verticillata* L.
- Figure n°17 : *Mimosa pudica* L.
- Figure n°18 : *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith).
- Figure n°19 : Chronologie des opérations de recherche en élevage.
- Figure n°20 : Partenariat Eleveurs / Recherche – Développement (1991-1997).
- Figure n°21 : Partenariats mis en place pour les études et opérations menées.
- Figure n°22 : Influence respective des pratiques et du milieu sur la dynamique de la végétation.
- Figure n°23 : Représentation de la complémentarité de l'agronomie et de l'écologie.
- Figure n°24 : Schéma sur la résilience de Fresco et Kroonenberg, 1992.
- Figure n°25 : Système complexe où se trouve l'objet de recherche de l'étude.
- Figure n°26 : Troupeau sur prairie à *Brachiaria decumbens*, en saison sèche.
- Figure n°27 : Troupeau sur prairie à *Digitaria swazilandensis*, en saison humide.
- Figure n°28 : Prairie envahie principalement par *Mimosa pudica*.
- Figure n°29 : Prairie envahie principalement par *Spermacoce verticillata*.
- Figure n°30 : Prairie en cours d'envahissement par *Asclepias curassavica* et *Spermacoce verticillata*.
- Figure n°31 : Situation de l'état des pâturages du Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane.
- Figure n°32 : Prairie saine au couvert associé de *Brachiaria humidicola* et de *Desmodium heterocarpon*.
- Figure n°33 : Posture de l'objet de recherche dans l'étude.
- Figure n°34 : Cadre de construction du processus de l'Etude.
- Figure n°35 : Les deux registres de la modélisation.
- Figure n°36 : Inter connexions des recherches appliquées pour les systèmes de productions agricoles.
- Figure n°37 : Système d'élevage en 3 pôles en interaction dans son environnement biophysique et socioéconomique.
- Figure n°38 : Système d'élevage en interaction dans son environnement biophysique et socioéconomique.
- Figure n°39 : Représentation d'un système pastoral (herbager) et de ses différents niveaux d'organisation.
- Figure n°40 : Principe de base pour la modélisation du fonctionnement d'un système d'élevage.
- Figure n°41 : Système d'élevage, dans une conception privilégiant la fonction de production avec de fortes contraintes du milieu (cas de la Guyane).
- Figure n°42 : Points de vue sur le système d'élevage à partir des années 1990.
- Figure n°43 : Structure hiérarchique du système herbager en Guyane.
- Figure n°44 : Présentation visuelle d'une typologie de 32 élevages.
- Figure n°45 : Diversité de la taille des structures : Surfaces Toujours en Herbe (STH) et cheptel total au SEBOG en 1998.
- Figure n°46 : Localisation de la Surface Toujours en herbe (STH) en Guyane.

Figure n°47 : Evolution de la population en Guyane de 1954 à 2004.

Figure n°48 : Pyramides des âges en 2000 et 2030.

Figure n°49 : Anticyclones et déplacement de la ZI C.

Figure n°50 : Isohyètes des précipitations normales en Guyane

Figure n°51 : Normales pluviométriques (1961-1990).

Figure n°52 : Normales pluviométriques (1961-1990) en 2 localités d'élevage en zone côtière de Guyane.

Figure n°53 : Variations moyennes de la température en Guyane.

Figure n°54 : Carte "Géomorphologie de la zone littorale de Guyane, à l'Ouest de Cayenne".

Figure n°55 : Fosse pédologique en savane.

Figure n°56 : Principaux ensembles physiographiques (géo-pédologiques) de Guyane.

Figure n°57 : Savane Combi, sol ferrallitique conservé de barre haute teinte orange uniforme.

Figure n°58 : Savane Corossony, sol dégradé planosolique. Horizon sableux gris blanchâtre puis jaunâtre.

Figure n°59 : Savane Corossony, podzol de nappe haute sur cordon littoral fossile.

Figure n°60 : Savane Manuel, sol hydromorphe des étendues planes.

Figure n°61 : Savane Corossony, Podzol de nappe de barre haute. Discontinuité verticale brutale entre 2 faciès du podzol.

Figure n°62 : Savane Corossony, sol hydromorphe de dépression.

Figure n°63 : Cliché, vue d'ensemble d'une savane depuis les 1ères collines du socle.

Figure n°64 : Cliché, végétation de versant de barre. Savane à Cypéracée dominantes.

Figure n°65 : Cliché, végétation de sommet de barre. Savane haute herbeuse à graminées : *Paspalum pulchellum*.

Figure n°66 : Cliché, gradient de végétation de savanes à Cypéracée.

Figure n°67 : Cliché, variation du peuplement végétal au contact : versant de barre – dépression.

Figure n°68 : Répartition des biomes à la surface de la terre.

Figure n°69 : Carte des biomes herbacés des régions tropicales.

Figure n°70 : Répartition des formations végétales suivant le climat (la température et la pluviométrie).

Figure n°71 : Cliché, prairie monospécifique en *Brachiaria humidicola*.

Figure n°72 : Cliché, prairie monospécifique en *Digitaria swazilandensis*.

Figure n°73 : Cliché, association *Brachiaria humidicola* x *Desmodium heterocarpon*.

Figure n°74 : Cliché, prairie monospécifique en *Brachiaria decumbens*.

Figure n°75 : Schéma sur le système agroécologique prairial guyanais.

Figure n°76 : Cliché, Mesure hauteur d'herbe.

Figure n°77 : Méthode de mesure des fréquences spécifiques.

Figure n°78 : Cliché, plantules *M. pudica* et *S. verticillata* dans une trouée d'un couvert herbacé de *B. decumbens*.

Figure n°79 : Cliché, prairie de *Brachiaria decumbens* en cours d'infestation par *Mimosa pudica*.

Figure n°80 : Cliché, prairie de *Brachiaria decumbens* fortement infestée par *Mimosa pudica*.

Figure n°81 : Cliché, prairie de *Brachiaria decumbens* broutée par des Zébus Brahman x Limousin.

Figure n°82 : Cliché, déplacement à cheval d'un lot d'animaux.

Figure n°83 : Cliché aérien d'exploitations d'élevage à Sinnamary.

Figure n°84 : Cliché, Port dressé de *Brachiaria brizantha*.

Figure n°85 : Cliché, port bas d'une prairie de *Brachiaria humidicola*.

Figure n°86 : Pluviométrie et températures annuelles en Guyane.

Figure n°87 : Localisation des élevages qui ont fait l'objet d'études et suivis lors des quatre campagnes.

Figure n°88 : Échantillonnage des élevages de la 1^{ère} campagne.

Figure n°89 : Méthode de mesure du salissement d'une prairie.

Figure n°90 : Schéma de mesure par la méthode des points quadrats.

Figure n°91 : Exemple de calendriers d'allotement et de rotation avec indication des charges instantanées.

Figure n°92 : Les différentes étapes de l'analyse statistique multivariée.

Figure n°93 : Exemple d'une cartographie d'un territoire d'un élevage.

Figure n°94 : Déroulement des travaux et cohérence des recherches pour l'étude générale.

Figure n°95 : Relations et intégration des recherches dans l'ensemble de l'étude.

Figure n°96 : Exemples d'histogrammes utilisés pour un examen brut des données.

Figure n°97 : Histogramme des valeurs propres cas de l'ACP des variables du milieu de la 1^{ère} campagne.

Figure n°98 : Plan factoriel F1-F2 de l'ACP des variables du milieu de la 1^{ère} campagne.

Figure n°99 : Schéma du calendrier de suivis des parcelles par élevage ; Suivis qui ont permis d'établir les profils d'exploitation par le pâturage.

Figure n°100 : Exemples de parcelles retenues pour chaque modalité de la typologie.

Figure n°101 : Cercle des corrélations de l'ACP sur les variables continues de milieu de la 1^{ère} campagne.

Figure n°102 : Histogramme des valeurs propres issues de l'ACP sur les variables continues du milieu - 1^{ère} campagne.

Figure n°103 : Cercle des corrélations de l'ACP sur les variables (17) continues du milieu de la 1^{ère} campagne.

Figure n°104 : Plan factoriel 1-2 de l'ACP sur les variables discrètes du milieu de la 1^{ère} campagne.

Figure n°105 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse Hill et Smith de l'ensemble des variables (*qualitatives et quantitatives*) du milieu de la 1^{ère} campagne.

Figure n°106 : Projection des sites dans le plan factoriel F1-F2 de l'analyse Hill et Smith de toutes les variables du milieu.

Figure n°107 : Plan factoriel F1-F2 de l'ACP des variables quantitatives des pratiques de la 1^{ère} campagne.

Figure n°108 : Plan factoriel F3-F4 des variables de l'ACP des variables quantitatives des pratiques de la 1^{ère} campagne.

Figure n°109 : Plan factoriel F1-F2 de l'ACP des variables qualitatives des pratiques des éleveurs de la 1^{ère} campagne.

Figure n°110 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de HS sur l'ensemble des variables des pratiques de la 1^{ère} campagne.

Figure n°111 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS 1 sur les variables de pratiques : projection des variables de la 1^{ère} campagne.

Figure n°112 : Cercle des corrélations de l'ACP sur les variables d'état. Plan factoriel 1-2 de la 1^{ère} campagne.

Figure n°113 : Cercle des corrélations de l'ACP 2 sur les variables d'état. Plan factoriel 3-4 de la 1^{ère} campagne.

Figure n°114 : Projection des stations dans le plan factoriel F1-F2 de l'ACP des variables d'état de la 1^{ère} campagne.

Figure n°115 : Plan factoriel 1-2 de l'AFC sur les variables d'état : projection des variables de la 1^{ère} campagne.

Figure n°116 : Plan factoriel 1-2 de l'AFC sur les variables d'état : projection des exploitations de la 1^{ère} campagne.

Figure n°117 : Projections factorielles des trois catégories de variables de la 1^{ère} campagne.

Figure n°118 : Fig. 117 + légendes d'interprétation dans la projection de la 1^{ère} campagne.

Figure n°119 : Quatre grands "Pôles de stations". Projection des stations dans le plan factoriel F1-F2 de l'analyse globale Hill et Smith de toutes les variables.

Figure n°120 : Rapprochement des stations projetées sur le plan factoriel F1-F2 de l'analyse globale Hill et Smith de toutes les variables de la 1^{ère} campagne.

Figure n°121 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de Hill et Smith à partir de toutes les variables de l'ensemble de l'étude de la 1^{ère} campagne.

Figure n°122 : Plan factoriel F1-F2 d'une analyse H & S à partir de toutes les variables étudiées durant la 2^{ème} campagne.

Figure n°123 : Plan factoriel 1-2 Cercle des corrélations des variables de l'ACP préliminaire sur les variables botaniques (en bleu les adventices) de la 2^{ème} campagne.

Figure n°124 : Plan factoriel 3-4 Cercle des corrélations des variables de l'ACP préliminaire sur les variables botaniques (en bleu les adventices) de la 2^{ème} campagne.

Figure n°125 : Plan factoriel 1-2 AFC sur les variables botaniques retenues. Projection des variables. 2^{ème} campagne.

Figure n°126 : Plan factoriel 3-4 AFC sur les variables botaniques retenues. Projection des variables. 2^{ème} campagne.

Figure n°127 : Plan factoriel 1-2 ACP global des variables à expliquer. Cercle des corrélations des variables. 2^{ème} campagne.

Figure n°128 : Plan factoriel 2-3 ACP global des variables à expliquer. Cercle des corrélations des variables. 2^{ème} campagne.

Figure n°129 : Plan factoriel 1-2 de l'analyse de H&S globale. Projection des variables. 2^{ème} campagne.

Figure n°130 : Plan factoriel 3-4 de l'analyse H&S globale. Projection des variables. 2^{ème} campagne.

Figure n°131 : Plan factoriel 1-2 AHS de la 3^{ème} campagne.

Figure n°132 : Plan factoriel 2-3 AHS de la 3^{ème} campagne.

Figure n°133 : Plan factoriel 1-2 AHS de la 4^{ème} campagne.

Figure n°134 : Plan factoriel 2-3 AHS de la 4^{ème} campagne.

Figure n°135 : Gradient de vulnérabilité des couverts prairiaux suivant les espèces.

Figure n°136 : dessin de *Mimosa pudica*.

Figure n°137 : Clichés de *Spermacoce verticillata*.

Figure n°138 : Cliché d'une prairie guyanaise envahie à 100 % par *Mimosa pudica*.

Figure n°139 : Schéma des mesures effectuées pour apprécier la structure de la végétation herbacée fourragère prairiale.

Figure n°140 : Principales espèces de *Brachiaria* présentes en Guyane. Dessins sources FAO.

Figure n°141 : Relations entre Structures de couverts fourragers – Pratiques de gestion des prairies – Etat de dégradation et de salissement – Milieu d'origine.

Figure n°142 : Distribution des taux de dégradation des parcelles de la base données à l'étude sur les structures du couvert avec indications des espèces fourragères en place.

Figure n°143 : Distributions des taux de dégradation des parcelles par type de conduit de pâture.

Figures n°144 : Plans factoriels de l'AHS (102 l) sur les variables de structures et de pratiques. Projection des variables.

Figure n°145 : Représentation de l'effet espèce sur la dégradation.

Figure n°146 : Représentation de l'effet espèce sur le salissement.

Figures n°147 : Plans factoriels de l'analyse de Co-inertie (102 lignes). Projection des variables de structure et de pratiques.

Figure n°148 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS Structures – Dégradation – Milieu. Projection des variables.

Figure n°149 : Plan factoriel 1-3 de l'AHS Structures – Dégradation – Milieu. Projection des variables.

Figure n°150 : Plan factoriel 1-2 analyse Co-Inertie (l'ACOM) Structure – Dégradation / Projection des variables.

Figure n°151 : Plan factoriel 1-3 analyse Co-Inertie (l'ACOM) Structure – Dégradation / Projection des variables.

Figure n°152 : Plan factoriel 1-2 De l'ACOM (S-D). Projection des variables : multifenêtrage par tableau.

Figure n°153 : Plan factoriel 1-3 De l'ACOM (S-D). Projection des variables : multi-fenêtrage par tableau.

Figure n°154 1: Plan factoriel 1-2 De l'AHS Structure – Dégradation – Pratiques – Milieu. Projection des variables.

Figure n°155 2: Plan factoriel 1-3 De l'AHS Structure – Dégradation – Pratiques – Milieu. Projection des variables.

Figure n°156 : Plan factoriel 1-2 De l'analyse de Co-Inertie Multiple (ACOM) : Structure – Dégradation – Pratiques - Milieu / Projection des variables.

Figure n°157 : Plan factoriel 1-3 De l'analyse de Co-Inertie Multiple (ACOM) : Structure – Dégradation – Pratiques - Milieu / Projection des variables.

Figure n°158 : Plan factoriel 1-2 de l'ACOM (S-D-P-M). Projection des variables : multi-fenêtrage par tableau.

Figure n°159 : Plan factoriel 1-3 de l'ACOM (S-D-P-M). Projection des variables : multi-fenêtrage par tableau.

Figure n°160 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS Pratiques – Dégradation – Milieu. Projection des variables.

Figure n°161 : Plan factoriel 1-3 de l'AHS Pratiques – Dégradation – Milieu. Projection des variables.

Figure n°162 : *Desmodium ovalifolium* en association avec *Brachiaria humidicola*.

Figure n°163 : Pourcentage de l'abondance totale en adventices pour chaque espèce d'adventice.

Figure n°164 : Pourcentage des occurrences totales en adventices pour chaque espèce d'adventice.

Figure n°165 : Stratégie démographique spécifique de *Mimosa pudica*.

Figure n°166 : Buisson de *Mimosa pudica* en pleine floraison.

Figure n°167 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS Espèces fourragères en présence X principales adventices X Etat des prairies sur 176 stations (parcelles). Projection des variables. 4^{ème} campagne (2000).

Figure n°168 : Jeunes plantules de *Mimosa pudica*.

Figure n°169 : Test de germination de *Mimosa pudica*.

Figure n°170 : Taille des graines de *Mimosa pudica*.

Figure n°171 : Espèces fourragères utilisées dans les essais de sursemis de *Mimosa pudica*.

Figure n°172 : Schéma d'un dispositif dans un site de sursemis de *M. pudica*

Figure n°173 : Calendrier d'intervention sur un site de sursemis de *M. pudica* sur un couvert et une répétition.

Figure n°174 : Pluviométrie journalière dans la zone des essais de sursemis lors des premiers deux mois.

Figure n°175 : Clichés du dispositif de tests de sensibilité des plantules de *Mimosa pudica* sous serres à l'Inra de Toulouse avec le laboratoire Orphée. Clichés de Benoît Gleizes.

Figure n°176 : Plant de *M. pudica* mené à floraison dans les serres de l'Inra à Toulouse. Clichés de B. Gleizes.

Figure n°177 : Courbes de survie de plantules de *M. pudica* sous douze modalités de couverts.

Figure n°178 : Dispersion des valeurs de mortalité de plantules de *M. pudica* sous six couverts fourragers.

Figure n°179 : Evolution du taux de mortalité en fonction du temps des plantules soumises à des intensités d'ombrage à des stades de développement différents.

Figure n°180 : Evolution du taux de floraison des juvéniles en fonction du temps, des ombrages au stade cotylédonaire 1 feuille au stade plantule 5 feuilles.

Figure n°181 : Clichés d' *Artemisia tridentata* Nutt. (big sagebrush) ; Clichés USDA.

Figure n°182 : Enracinement d'un plant de *Mimosa pudica* élevé en pot sous serres ; Cliché B. Gleizes (INRA-Toulouse).

Figure n°183 : Prairie installée en *B. decumbens* restauré avec *B. humidicola*.

Figures n°184 : Clôtures et délimitation des parcelles de territoires d'élevages (Sinnamary & Macouria).

Figure n°185 : Ex. d'un parcellaire de l'élevage B C.

Figure n°186 : Ex. d'une répartition de lots d'animaux sur le territoire pâturé d'un élevage (PM).

Figure n°187 : Déplacement d'un lot d'animaux guidé par un éleveur à cheval.

Figure n°188 : Ex. d'un relevé de fréquentation de s parcelles par différents lots - élevage (PM).

Figure n°189 : moyennes pluviométriques sur 50 ans zone de Cayenne Station de Rochambeau (FM).

Figure n°190 : Planning des suivis sur plusieurs années, dans les élevages du réseau d'études sur les "pratiques d'élevage".

Figure n°191 : Extrait de retranscription d'un suivi de pâture "bétail*parcelle" dans un élevage du réseau (BF).

Figure n°192 : Plan factoriel 1-2 d'AHS, projections des variables : codes des parcelles & et des caractérisations de la végétation.

Figure n°193 : Histogramme des valeurs propres de l'AHS de la figure n°194.

Figure n°194 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS de toutes les variables et projection des parcelles et superposition des classes « élevage ».

Figure n°195 : Histogramme des valeurs propres de l'AHS figure n°196.

Figure n°196 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS des variables informatives des parcelles (localisation des parcelles leurs infrastructures) X Niveau d'infestation.

Figure n°197 : Histogramme des valeurs propres de l'AHS figure n°198.

Figure n°198 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS de toutes les variables caractéristiques du parcellaire x facteurs de dégradation x Etat végétation.

Figure n°199 : Projection des parcelles de l'AHS de la figure n°198.

Figure n°200 : Projection de toutes les parcelles par l'analyse AHS de toutes les variables avec signalisation de leur rattachement aux différents aménagements de territoire ou portion de territoire.

Figure n°201 : Prototype d'aménagement discontinu du parcellaire d'un territoire d'élevage.

Figure n°202 : Prototype d'aménagement concentrés du territoire d'élevage autour de l'habitation.

Figure n°203 : Prototype d'aménagement simplifié du territoire d'un élevage.

Figure n°204 : Prototype d'aménagement ordonné sur la surface du territoire d'élevage.

Figure n°205 : Représentation du système d'allotement en bande mixte d'animaux en Croissance/Engraissement.

Figure n°206 : Représentation du système d'allotement d'animaux en Croissance - Engraissement en bande mixte puis en lots spécialisés.

Figure n°207 : Représentation du système d'allotement d'animaux en Croissance - Engraissement en lots sexués caractérisés selon des stades physiologiques différents.

Figure n°208 : Allotement avec retrait saisonnier des mâles dans les troupeaux reproducteurs.

Figure n°209 : Allotement avec maintien des mâles dans les troupeaux reproducteurs.

Figure n°210 : Prototype (1) d'organisation de l'allotement des lots de femelles reproductrices.

Figure n°211 : Prototype (2) d'organisation de l'allotement des lots de femelles reproductrices.

Figure n°212 : Principaux prototypes de modules de lots d'animaux à agencer en système d'allotement.

Figure n°213 : Règle – curseur d'allocation des lots dans l'assolement du zonage de pâture.

Figure n°214 : Zonage et allocation du bétail sur les territoires des élevages.

Figure n°215 : Evolution constante ou fragmentée des lots dans les parcelles.

Figure n°216 : Système d'îlots de rotation.

Liste des tableaux de l'étude

- Tableau n° 1 : Classement de la qualité des prairies (par l'importance de recouvrement de l'espèce cultivée) en 1984.
- Tableau n° 2 : Espèces fourragères introduites expérimentées par le BAFOG : 1953 – 1959.
- Tableau n° 3 : 1^{ère} gamme de graminées fourragères retenues fin des années 1970 pour la création de prairies.
- Tableau n° 4 : Ensoleillement en Guyane.
- Tableau n° 5 : Espèces et cultivars fourragers implantés en Guyane (1995-2000).
- Tableau n° 6 : Variables et hypothèses testées des informations antérieures.
- Tableau n° 7 : Variables du milieu et hypothèses testées.
- Tableau n° 8 : Variables des pratiques d'entretien des prairies et hypothèses testées.
- Tableau n° 9 : Variables des pratiques d'exploitation des prairies et hypothèses testées.
- Tableau n° 10 : Modalités de réalisation des cartes d'informations géographiques => espèces fourragères.
- Tableau n° 11 : Modalités de réalisation des cartes d'informations géographiques => degré de dégradation.
- Tableau n° 12 : Variables et codes sur le milieu de la 1^{ère} campagne.
- Tableau n° 13 : Matrice des corrélations des variables continues du milieu de la 1^{ère} campagne.
- Tableau n° 14 : Variables explicatives continues du milieu de l'ACP de la 1^{ère} campagne.
- Tableau n° 15 : Listes des variables discrètes (qualitatives) du milieu dans l'ACM de la 1^{ère} campagne.
- Tableau n° 16 : variables qualitatives avec classes sur les pratiques des éleveurs de la 1^{ère} campagne.
- Tableau n° 17 : variables quantitatives sur les pratiques des éleveurs de la 1^{ère} campagne.
- Tableau n° 18 : Variables d'état à expliquer (ACP) de la 1^{ère} campagne.
- Tableau n° 19 : Variables sur les pratiques de conduite des 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} campagnes.
- Tableau n° 20 : Variables sur la végétation des 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} campagnes.
- Tableau n° 21 : Liste des variables des analyses Structure - Pratiques.
- Tableau n° 22 : Liste des variables de l'analyse de Hill et Smith Pratiques – Dégradation – Milieu.
- Tableau n° 23 : Valeurs des indicateurs des structures de différentes espèces fourragères.
- Tableau n° 24 : Valeurs des mesures initiales des structures des couverts fourragers.
- Tableau n° 25 : Flux solaires mensuels comparés Cayenne/Auzeville – Toulouse.
- Tableau n° 26 : Analyse de déviance de la base de données des tests de sursemis de *M. pudica*.
- Tableau n° 27 : Effet de l'intensité de l'ombrage sur les taux de mortalité et de floraison de plantules de *M. pudica*.
- Tableau n° 28 : Effet de la défoliation sur la mortalité et la floraison de *M. pudica* juvéniles.
- Tableau n° 29 : Effet de la défoliation après ombrage (plusieurs degrés) sur le taux de mortalité et de la floraison de *M. pudica* juvéniles.
- Tableau n° 30 : Effet de 3 niveaux d'ombrage sur la production de ramification de jeunes plantules de *M. pudica*.
- Tableau n° 31 : Effet de l'ombrage sur la lignification des tiges principales et des ramifications de plantules de *M. pudica* à deux stades d'évolution.
- Tableau n° 32 : Effet de la défoliation à une hauteur résiduelle de 5cm à trois stades juvéniles sur la production moyenne de ramifications.
- Tableau n° 33 : Caractéristiques structurelles des sept élevages ayant fait l'objet d'un suivi
- Tableau n° 34 : des variables pour les analyses Hill et Smith : Localisation x Etat x Infestation x Caractéristiques géographiques – Entretien – Modalités de gestion
- Tableau n° 35 : Inertie par axe de l'AHS Localisation – état – infestation figure n° 192
- Tableau n° 36 : Inertie par axe de l'AHS de toutes les variables et projection des parcelles et superposition des classes « élevage » - figure n° 194
- Tableau n° 37 : Inertie par axe de l'AHS des variables informatives des parcelles (localisation des parcelles leurs infrastructures) X Niveau d'infestation - figure n° 196

Liste des sigles et des acronymes

ABIES	Agriculture, Alimentation, Biologie, Environnement et Santé (Ecole Doctorale)
ACM	Analyse en composante Multiple
ACP	Analyse en Composante Principale
AEBG	Association des Elevages Bovins de Guyane
AFC	Analyse Factorielle des Correspondances
AFP	Association Française de Pastoralisme
AFPF	Association Française pour la Production Fourragère
AFPP	Association Française de Protection des Plantes
AgroParisTech	Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement
Agropolis	Association/Pôle Sc. : Agriculture, Alimentation, Environnement, Biodiversité / Montpellier
AHS	Analyse (biométrique) Hill & Smith pour mixer une ACP et une ACM
AME	Agence Méditerranéenne de l'Environnement
APC	Association pour la Pensée Complexe
BAFOG	Bureau Agricole et Forestier de Guyane
CBIT	Centre for Biological Information Technology (University of Queensland)
CEB	Commission des Essais Biologiques
CEBG	Coopérative de l'Elevage Bovin de Guyane
CEDAPA	Centre d'Etude pour un Développement Agricole plus Autonome
CETIOM	Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains
CGERG	Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIEPAC	Centre International pour l'Education Permanente et l'Aménagement Concerté
CILBA	Complexe International de Lutte Biologique Agropolis
CIMADE	Comité Inter-Mouvements Auprès Des Evacués (1939)
CIRAD	Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CMED	Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement
CPATU	Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (EMBRAPA)
CSG	Centre Spatial Guyanais
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation
CTE	Contrats Territoriaux d'Exploitation
DGCCRF	Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes
DOM	Département d'Outre Mer
DPI&F	Department of Primary Industries and Fisheries (Queensland)
DRAF-G	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt en région Guyane
DRRT	Délégation Régionale de la Recherche et de la Technologie
EGF	European Grassland Federation
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Br.)
EMVT	Elevage et Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux (ex dept. du Cirad)
ENSSAA	École Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques Appliquées
EPAG	Etablissement Public d'Aménagement de la Guyane
ESB	Encéphalopathie Spongiforme Bovine
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FARRE	Forum de l'agriculture raisonnée respectueuses de l'environnement
FEOGA	Fond Européen d'Organisation et de Garantie Agricole
ODEADOM	Office de Développement de l'Economie Agricole des Départements d'Outre-Mer
FIC	Fond de coopération Inter Caraïbes et Guyane
FIDOM	Fonds d'Investissement des Départements d'Outre-Mer
GERDAL	Groupe d'expérimentation et de recherche : développement et actions localisées

GPS	Global Positioning System
GREFOREC	Groupe Gestion des Ressources Fourragères en Régions Chaudes
IFR Ecosytem	Institut Fédérateur de Recherche Fonctionnement & Ingénierie des Écosystèmes Méditerranéens et Tropicaux
ILRI	International Livestock Research Institute
INA-PG	Institut National Agronomique Paris-Grignon
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique (Fr.)
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
IRAT	Institut d'Agronomie Tropicale
IRD	Institut de recherche pour le développement
IRFA	Institut de recherches sur les fruits et agrumes
ITCF	Institut Technique des Céréales et des Fourrages
LACOPE ¹	LAandscape development, biodiversity and CO-oPErative Livestock System
LEAD	Livestock, Environment and Development Initiative
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, Pêcherie et de l'Alimentation du Québec
MCX	Modélisation de la CompleXité
MS	Matière Sèche
OAD	Outil d'Aide à la Décision
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OMAFRA	Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
ONC	Office National de la Chasse
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer (actuel IRD)
PAC	Politique Agricole Commune
PARC [Master]	Master Production Animale en Région Chaude
PDIN	Protéines digestibles dans l'intestin permises pour l'azote
PMTVA	Prime Maintien des Troupeaux de Vaches Allaitantes
PPDA	Plan Pluriannuel de Développement Agricole
PROSEA	Plant Resources of South–East Asia
PV	Poids Vif
R/D	Recherche Développement
SAD	Département Sciences pour l'Action et le Développement de l'INRA
SATEC	Société d'Aide Technique et de Coopération
SAU	Surface Agricole Utile
SCEBOG	Société Coopérative des Eleveurs Bovins de Guyane
SEBOG	Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane, groupement de producteurs reconnu
SEPRG	Syndicat des Elevages de Petits Ruminants de Guyane
SEPRG	Syndicat des Eleveurs de Petits Ruminants de Guyane
SIBAGHE	Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences, Environnement
SIC	Système d'Information Cartographique
SMA	Système Multi-Agents
SPECG	Syndicat des Propriétaires et des Eleveurs de Chevaux de Guyane
SPLG	Syndicat des Producteurs Laitiers de Guyane
STH	Surface Toujours en Herbe
TOM	Territoire d'Outre Mer
UFL	Unité Fourragère Lait
UFPA	Universidade Federal do Para
USDA	United States Department of Agriculture
VISTA ¹	Vulnerability of ecosystem Services to land Use change in Traditional Agricultural landscapes
ZIC	Zone Intertropicale de Convergence

¹ Projets européens de recherche

Introduction générale



Figure 1 : Prairie guyanaise en cours d'embroussaillage.
© J. Huguenin, Montsinéry, Guyane, janvier 1998

Figure 2 : Prairie entièrement recouverte par *Mimosa pudica* L.
© J. Huguenin, Macouria, Guyane, 1999.



Figure 3 : Zébu Brahman qui pâture sur une prairie de *Brachiaria humidicola* L.
© J. Huguenin, Sinnamary, Guyane, 1998.

Dans les années 1970 les bovins de race créole ont été délaissés au profit de bovins zébus brahman importés du Panama et du Costa Rica.



Figure n°04 : Rotobroyage d'une prairie à *Brachiaria decumbens*, envahie par *Mimosa pudica* L., Guyane, 1999. © Johann Huguenin.



Figure n°05 : *Mimosa pudica* L. en fleurs ; © Benoît Gleize, Inra Toulouse.

Cette étude a pour origine une demande émise par des éleveurs de bovins en Guyane. L'embroussaillage récurrent de leurs prairies par des adventices très envahissantes met en difficulté la gestion de leur élevage et réduit fortement leur marge comptable. Le rotobroyage était dans les années 1990 le principal moyen de contrôle des adventices invasives dans les prairies (Figure n° 4). Ce moyen s'avérait cher à la fois en temps et en finances¹.

L'objectif de ce travail était de pérenniser ces prairies par l'ajustement de modes de gestion ne nécessitant pas ou peu d'intrants.

Les recherches engagées ont eu pour objet d'étude l'état floristique des prairies en Guyane et les facteurs de perturbation ou de stabilisation du couvert herbacé fourrager.

1. Situation du sujet

1.1. Les éleveurs guyanais et leurs prairies

Dans les années 1970, l'Etat français a lancé en Guyane un plan de développement agricole et d'élevage (Vivier, 1995) intitulé : "Plan vert"². Le potentiel fourrager des savanes présentes dans la plaine côtière de Guyane ont été jugées trop peu productives par les bureaux d'études et certains organismes de recherche (Hooek, 1971 ; Arnaud, 1976 ; Boulet, 1977). Leurs sols étaient aussi considérés comme impropres à toutes cultures même pour des *Brachiaria* spp. (Blancaneaux, 1981). En conséquence, environ huit mille hectares de prairies ont été créées sur des terrains déforestés pendant la période active du « plan vert » (de 1976 à 1984). Les nouveaux systèmes d'élevage de cette époque se sont donc établis sur ces terrains déforestés afin d'y installer des prairies cultivées. Elles étaient considérées comme d'excellentes cultures cicatrisantes (Lefeuvre, 1984).

Au début des années 1990, les éleveurs guyanais avaient signalé des évolutions non contrôlées de la flore des prairies, à l'occasion d'une mission d'étude de l'ODEADOM³ menée par le CIRAD-EMVT⁴ (Letenneur L., Matheron G., 1991). Au début du « Plan Vert », la recherche en place avait aussi noté la forte contrainte des adventices dans les prairies (Vivier, Coppry 1984). Dans l'écorégion ce problème est aussi souvent signalé, notamment au Brésil (Falesi, 1976 ; Veiga, 1993 ; Desjardins, 2001). L'embuissonnement de parcours "naturels" est un phénomène signalé dans de très nombreuses régions du monde⁵. Reste que le terme de parcours au sens de *saltus* est généralement décliné comme "parcours naturels". Je préfère l'expression de "parcours spontanés" qui à mon sens permet de mieux souligner les interactions entre les facteurs biophysiques et anthropiques (Dupré, 1996). Ces facteurs s'inscrivent dans des processus lents des écosystèmes pâturés.

Les prairies guyanaises sont issues d'une perturbation majeure de l'écosystème d'origine. Elles proviennent d'une transformation complète du milieu forestier en cultures fourragères d'espèces exotiques⁶ (Illustration n° 3) destinées par les maîtres d'œuvre à devenir des prairies permanentes à fortes productivités.

¹ En charge d'investissement, par l'amortissement des tracteurs ; en charge proportionnelle avec le gasoil.

² Des politiques de plans de développement agricole et d'élevage ont été lancées à la même époque dans tous les pays amazoniens, et notamment au Brésil.

³ Office de Développement de l'économie Agricole des Départements d'Outre-Mer.

⁴ Centre de coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement.

⁵ D'abondantes études ont été (et sont) menées sur ce sujet en : Afrique (Carrière M., Toutain B., 1995 ; Huguenin et Belge-Bedogo, 1993), en Amérique du nord et du sud (Beck, 2006 ; Rippstein *et al.*, 2001 ; OMAFRA, 2000 ; Guimaraes, 2004), en Australie (Grice et Martin, 2006 ; CSIRO, 2004), en Europe méditerranéenne (Rousset, 1999 ; Magda, 2001), ...

⁶ Espèces fourragères provenant principalement d'Afrique, pour les graminées, notamment les *Brachiaria* spp.

Les "parcours spontanés" procèdent d'évolution généralement lente à la différence des prairies guyanaises qui sont issues de brusques bouleversements du milieu.

Brachiaria ruziziensis Germain et Eward *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick *Brachiaria decumbens* Stapf *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf



Figure n° 06 : Les principales *Brachiaria* utilisées en Guyane
Source: Tropical Forages, 2005
[CSIRO, DPI&F Queensland, CIAT, ILRI]*
<http://www.tropicalforages.info/index.htm>

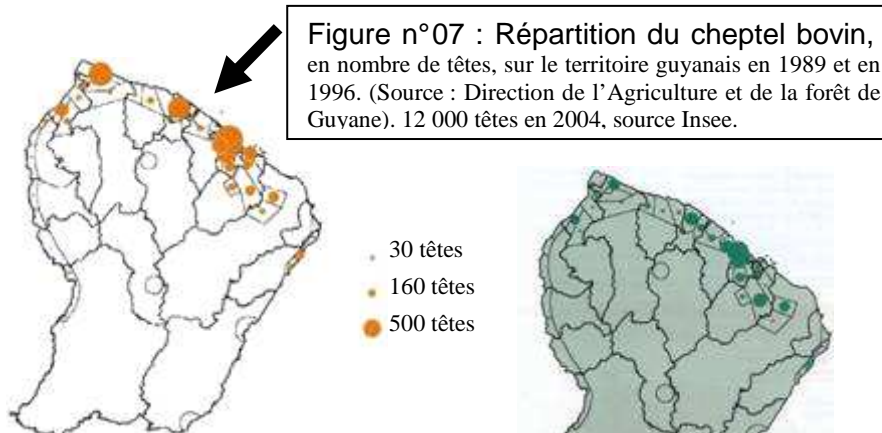


Figure n°07 : Répartition du cheptel bovin, en nombre de têtes, sur le territoire guyanais en 1989 et en 1996. (Source : Direction de l'Agriculture et de la forêt de Guyane). 12 000 têtes en 2004, source Insee.

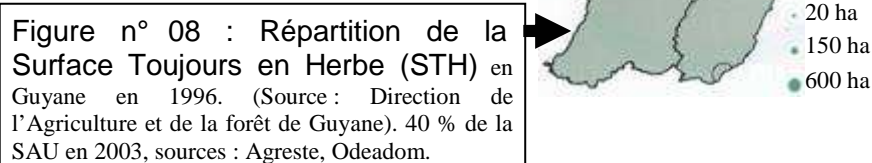


Figure n° 08 : Répartition de la Surface Toujours en Herbe (STH) en Guyane en 1996. (Source : Direction de l'Agriculture et de la forêt de Guyane). 40 % de la SAU en 2003, sources : Agreste, Odeadom.



Figure n°09 : Distance Guyane France métropolitaine ; source : Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guyane

La Guyane située au nord-est du continent Sud Américain, entre le Surinam et le Brésil, s'étend sur 91 000 Km².

La population guyanaise compte 180.000 ha officiellement. Elle se caractérise par une très forte croissance. En 1954 la population totale était de 27.000 habitants. Source : Conseil Régional (novembre 2006)

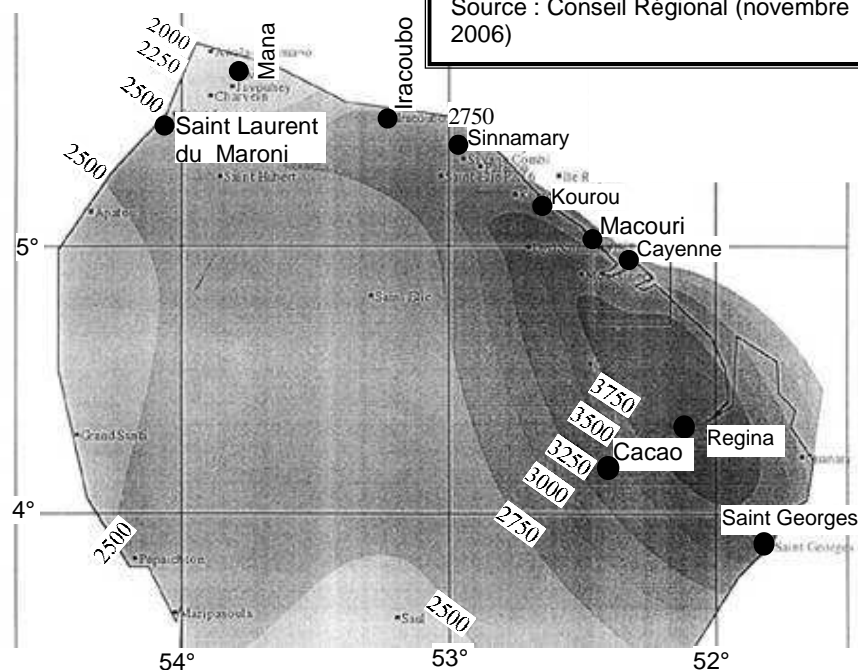


Figure n°10 : Carte des isohyètes de la pluviométrie normale annuelle en Guyane - Période : 1961/1990. Source : Météo-France.

* From: T. Mannerje, L. and Jones, R.M. (1992)
Plant Resources of South-East Asia No. 4. Forages.
(Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, the Netherlands). © Prosea Foundation.

Dans les faits ces prairies ont présenté des dérives floristiques majeures en deux ou trois ans (Vivier, 1984a). Les élevages sans moyens financiers ont laissé cette dérive jusqu'au point d'atteindre un niveau de productivité fourragère similaire ou inférieur aux savanes spontanées. Les autres élevages ont eu recours généralement à du "rabattage" par moyens mécaniques pour contrôler les espèces invasives des prairies. Quelques-uns ont eu recours à des traitements herbicides.

Les prairies qui ont pu se pérenniser (plus de vingt ans d'âge) sont rares. La majorité des prairies exploitables sont régulièrement reprises (labour plus nouvelles réimplantations par bouturage ou par semences après trois – quatre ans d'exploitation). L'enjeu primordial des maîtres d'œuvre du "plan vert" était pourtant de faire de ces prairies implantées :

- ➔ des cultures cicatrisantes des déforestations (Lefeuvre, 1984 ; Sarrailh, 1990),
- ➔ des cultures fourragères installées pour être le support alimentaire des nouveaux systèmes d'élevage (Vivier et Coppry, 1984 ; Béreau, 1995),
- ➔ des cultures fourragères en prairies permanentes (Arnaud, 1976, SEBOG, 1993).

Ce troisième point s'est rapidement révélé comme le plus délicat compte tenu des concurrences élevées entre les espèces fourragères implantées et les adventices majeures (Béreau & Planquette, 1991).

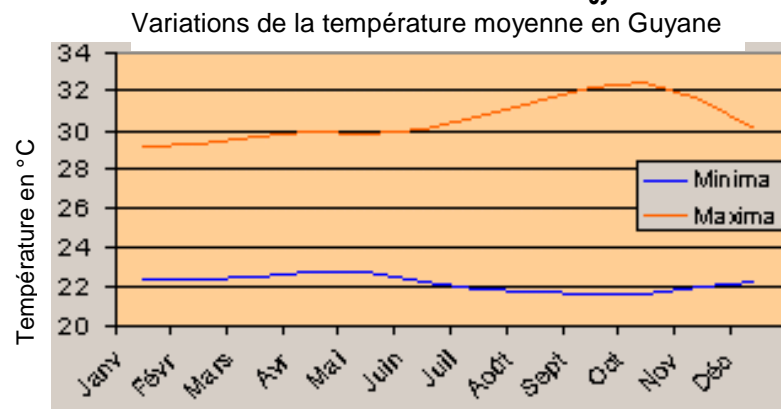
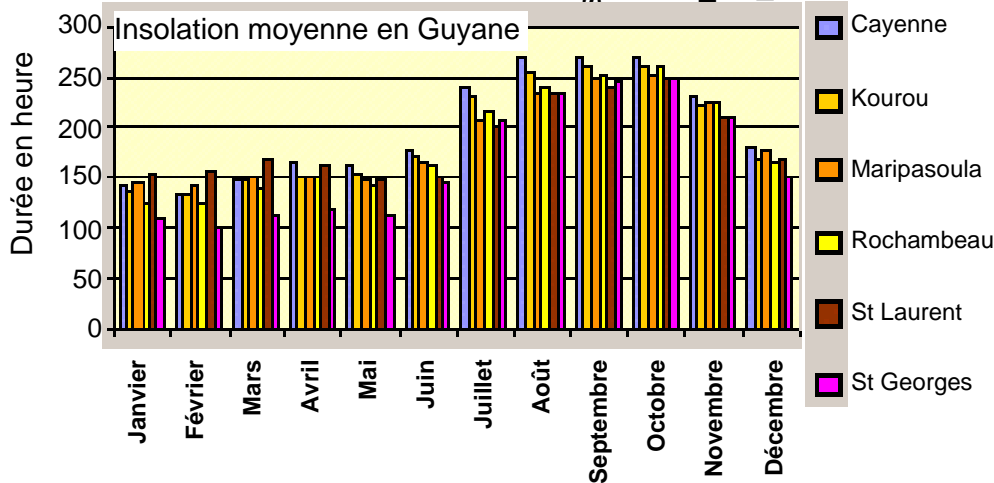
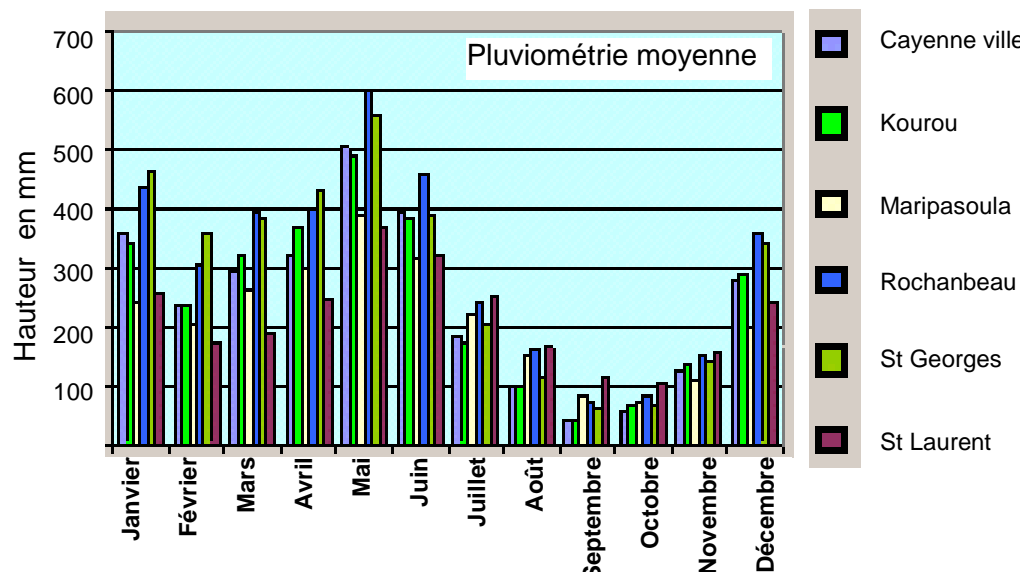
L'installation des élevages a été réalisée en lisière forestière le long de la zone côtière de Cayenne à Saint Laurent du Maroni (Figures n° 7 & 8) dans des zones pluviométriques qui sont comprises entre 2 500 à 3 500 mm.an⁻¹ (Figure n° 10). La majorité des éleveurs présents dans les années 1990 étaient venus de l'extérieur de la Guyane, notamment de la France métropolitaine, d'autres DOM (Martinique, Guadeloupe, Ile de la Réunion), des Pays-Bas (via le Surinam). Lors des premières vagues d'installation à partir de 1976 dans le cadre du "Plan Vert" aucun guyanais n'avait été installé (Vivier, 1995). Ce ne fut qu'à partir de 1984 que l'ouverture de ce plan a été faite auprès des éleveurs locaux.

Ce recrutement d'origine géographique, culturel, social et technique s'est révélé extrêmement varié. La diversité des connaissances professionnelles s'est montrée contraignante pour l'émergence de ces nouveaux systèmes d'élevage herbagers équatoriaux. Très peu de personnes qui se sont installées comme éleveurs en Guyane étaient issues de milieu agricole⁷. Le fond culturel technique au sens de Darré (1996) s'est construit chemin faisant lors du "Plan Vert" et surtout après son retrait (de 1986 à 1988). Cette construction d'"un socle commun technique et culturel" est toujours en cours. L'exemple le plus représentatif s'avère à mon sens la clôture qui est devenue un préalable à tout démarrage d'un élevage. Le recours à la clôture pour les prairies s'est développé aussi à la même période en Amazonie brésilienne. Une incidence intéressante de l'importance de ces clôtures⁸ a été de limiter l'usage du feu, pour nettoyer les refus des prairies, afin de préserver les poteaux de bois (des clôtures sur lesquelles sont tendus les fils de fer barbelé).

Les éleveurs guyanais se sont trouvés en situation de front pionnier comme j'ai pu le connaître, sur certains points, dans les Terres Neuves du Sénégal Oriental (Lericollais, 1999) ; situations qui ont été aussi décrites dans de nombreux travaux au Brésil (Hostiou 2003 ; Léna, 1986 ; Pocard-Chappuis, 2004 ; Théry 1997 ; Topall 2001).

⁷ La plupart des éleveurs qui se sont maintenus avaient, avant le "Plan Vert", un itinéraire professionnel souvent éloigné de l'élevage : maçon, représentant en toiture métallique, étudiant, commerçant...

⁸ En Guyane, le mètre linéaire de clôture était estimé en 1999 à 2 € par m² (Source : Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane).



Figures n° 11 : Graphes climatologiques de la Guyane.
Source Météo France, http://www.meteo.fr/temps/domtom/antilles/public/meteoPLUS/climat/clim_guy.htm



Figure n° 12 : Profil pédologique sous prairie.
© J. Huguenin, 1999.



Figure n° 13 : Savane côtière à base de cypéracées sur sol podzolique.
Source : Favrot *et al.*, 1987.

12. Contraintes environnementales et situations pédoclimatiques

Les sévères réalités biophysiques (d'un écosystème bouleversé dans un milieu équatorial) ont rapidement mis à mal les modestes repères (connaissances) techniques des éleveurs, mêmes ceux issus de la Région. L'orientation productiviste imposée par les maîtres d'œuvre du "Plan Vert" ne permettait pas non plus d'utiliser les savoir-faire locaux (Dedieu *et al.*, 1995, Thomassin, 1959 ; Vivier, 1984a). L'élevage bovin avait pour fonction principale la production⁹ de viande. Le recours aux intrants n'existait pas. Seule l'herbe ayant poussé spontanément était exploitée (en pâture par divagation, par une mise au piquet des bêtes, un apport conjoncturel d'herbe coupée le long des pistes et fossés).

Les sols sont certes pauvres en éléments minéraux, mais sont surtout très acides (le pH KCl de la majorité des sols se situe entre 3,5 et 4,8), la toxicité aluminique est prononcée (allant de 40 à 80 % d'Al échangeable sur T¹⁰), le rapport C sur N se situe le plus souvent à plus de 20, et la dynamique des sols est fréquemment bloquée verticalement (Boulet *et al.*, 1984 ; Cabidoche, 1984 ; Marrius, 1965). Cf. Figure d'un profil pédologique, n° 12.

Les conditions climatiques sont celles d'un climat équatorial avec une pluviométrie abondante (Figure n° 11) et une hygrométrie élevée (< à 80 % toute l'année, référence Météo France). Les variations saisonnières pluviométriques se caractérisent par des périodes de forts engorgement des sols (notamment en décembre – janvier et d'avril à juin) et des périodes d'ETP déficitaires entre août et octobre (Hook, 1971).

Les conditions pédoclimatiques de la zone côtière ont dérouté de nombreux acteurs souhaitant développer ce territoire. Les savanes chargées d'eau durant la saison des pluies, se trouvent être totalement "grillées" en saison sèche, comme s'il ne pouvait pas y avoir de réserve d'eau dans le sol malgré les 2 à 3 mètres de pluies par an.

« Le paysage, ouvert sur de larges espaces, présente une sécheresse relative, malgré le total annuel des pluies, une ventilation plus importante que celle sous forêt et, surtout une insolation intense, en particulier pendant les saisons sèches sous un ciel constamment limpide... Cette action photoxérique, jointe à celle du sol, nous semble prépondérante ici, à tel point que nous sommes tentés de remplacer l'expression "Fire-climax" de Tansley (1926) par celle de "Sun and rain climax" qui nous semble mieux tenir compte des faits observés dans les savanes guyanaises » (Hook, 1971).

Il en résulte une végétation assez pauvre dans ces savanes qualifiées de "Sun and rain climax" par Hook (Illustration n° 10).

⁹ Les systèmes antérieurs aux années 1970 sont présentés dans la partie : « Repères et éléments spécifiques du contexte pour mieux cerner l'étude »

¹⁰ « Au-delà de la toxicité aluminique, les sols riches en alumine échangeable se comportent comme de véritables puits à phosphores » Cabidoche, 1984.



Figure n° 14 : *Cyperus compressus* L.
Source: Institute for Systematic Botany
University of south Florida



Figure n° 15 : *Cyperus laxus* Lam.
Source: Tropical Plant Guides – Field Museum, Chicago.



Figure n° 16 :
***Spermacoce verticillata* L.**
© J. Huguenin, 1999.



Figure n° 17 : *Mimosa pudica* L.
Buisson de *M. pudica* en formation dans une prairie.
© J. Huquenin, 1999.



Figure n° 18 : *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) ; Noctuelle, ravageur polyphage.
Source : Mississippi, Etomological Museum

Les contraintes d'ordre biologique étaient de deux ordres :

Les adventices ont été les premières citées comme contrainte majeure à la durabilité des prairies installées à grands frais (environ 8.000 €/ha¹, comprenant le défrichage, la préparation du sol et le bouturage ou le semis d'espèces exotiques). Au démarrage des prairies cultivées, au début du "Plan vert", ce sont les Cypéracées qui ont posé des problèmes de concurrence avec les espèces fourragères (Figures n° 14 & 15). Depuis les années 1990, deux espèces ont présenté de réels caractères invasifs dans la durée (Vivier et Coppry, 1984 ; Béreau, 1992 ; Ingrand, 1992 ; Martin, 1992 ; Lemaire, 1992 ; Huguenin, 2002) : *Mimosa pudica* L. et *Spermacoce verticillata* L. (Voir Figures n° 16 & 17).

Mimosa pudica L. et *Spermacoce verticillata* L. sont aussi signalées comme contraignantes, voir dangereuses dans de nombreuses régions du monde, notamment au Brésil (Desjardins *et al.*, 2000 ; Hostiou, 2003 ; Souza Filho *et al.*, 2001 ; Topall, 2001 ; Tuffi Santos *et al.*, 2004), dans certains Etats du sud des Etats-Unis (USDA Data Plan : <http://plants.usda.gov/index.html>, Boyter, 2003), en Australie (Cullen, 2003 ; Harwood & Dessein, 2005 ; Martin *et al.*, 2006).

L'autre contrainte biologique qui peut s'avérer majeure certaines années provient des attaques de noctuelles, *Spodoptera frugiperda* (Figure n° 18), dont les chenilles peuvent défolier des prairies entières en quelques jours (Silvain, 1984). Les observations des éleveurs et nos constats tendraient à percevoir (cela reste des hypothèses) que les prairies sont plus sensibles à ces attaques lorsqu'elles sont constituées de couvert fourrager monospécifique (notamment avec du *Digitaria swazilandensis*), et quand elles reçoivent des apports d'engrais azotés.

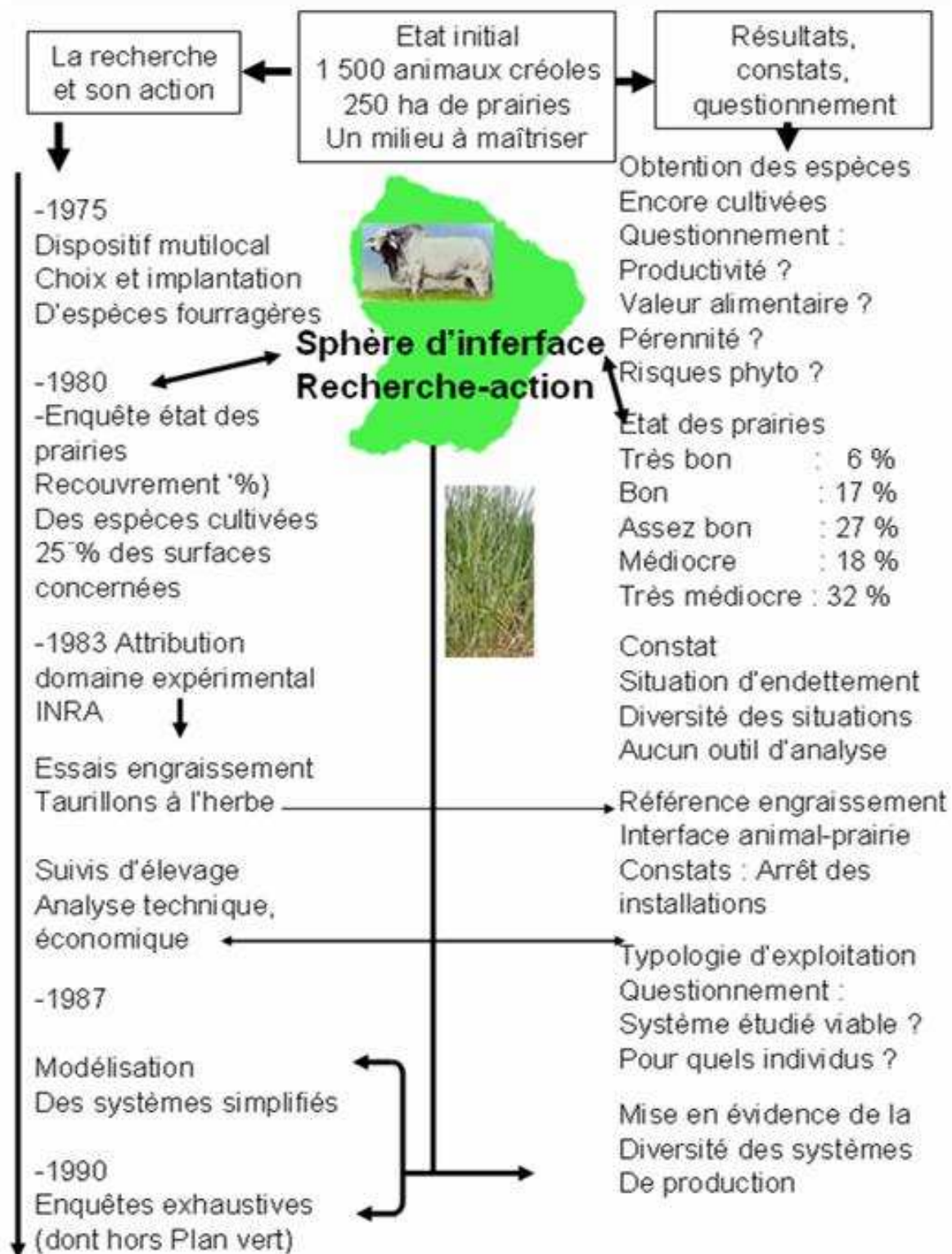
13. Moyens pour s'affranchir des contraintes du milieu et perception des éleveurs

Le lancement du "Plan" s'est réalisé d'après un calendrier fixé par une politique d'Etat, sans réel discernement des contraintes et situations locales (Vivier, 1995). Ces réalités biophysiques ont non seulement dérouté les éleveurs installés dans le cadre du "Plan Vert", mais aussi les services d'encadrement des maîtres d'œuvre.

Ces services ont tenté de maintenir des règles techniques standardisées, provenant de règles techniques élaborées en France métropolitaine issues du fort courant de la « révolution fourragère¹¹ » (Béranger *et al.*, 1974 ; Chazal, 1957 ; de Saint-Louis, 2002). Cette option technique ne donnant pas satisfaction, les responsables de ce plan de développement ont sollicité le recours de la Recherche Agronomique française (INRA). Son mandat était de limiter rapidement les dérives enregistrées afin d'atteindre les objectifs affichés en 1976 par le maître d'ouvrage : l'Etat (Gachet, 1990 ; Vivier, 1995).

Le mandat de la recherche semblait plus correspondre à une mission d'experts (Ingrand, 2002). Cette conjoncture d'urgence couplée aux exigences de productivités élevées a conduit à tester d'abord des solutions d'origines exogènes à la Guyane. L'espace de négociation était faible pour la recherche et le "Plan vert" globalement qui s'est trouvé entravé par d'autres priorités politiques qui ne concernaient pas directement l'agriculture et de l'élevage (Vissac *et al.*, 1995).

¹¹ Exemple : le choix de créer des prairies monospécifiques.



1991 : Etude sectorielle de la filière bovine en Guyane Française par l'ODEADOM et IEMVT - CIRAD
 1993 : Réorganisation de la filière avec un groupement de producteurs reconnus SEBOG ^(a)
 1994-2000 : Contrat de partenariat entre le SEBOG (puis SCEBOG) et le Cirad-Emvt.
 1997-2001 : Projet "d'études-actions" du Cirad-Emvt sur les ressources fourragères financé par les fonds européen (Feoga) menées avec des éleveurs appartenant aux diverses organismes d'élevage de ruminants (Bovin, Caprin, Equin, Ovin).

Figure n°19 : Chronologie des opérations de recherche en élevage ; Schéma esquissé par J.P. Gachet, puis en 1989 par S. Ingrand (1991), repris par J.Huguenin en 2001.

Cette situation a eu pour conséquence de négliger les acquis issus des études en agronomie, en géomorphologie et en écologie de la départementalisation (1946) à 1976 (Début du « Plan Vert en Guyane »). A titre d'exemple il faut citer les études réalisées par le Bureau d'études Agricole et Forestier de Guyane (BAFOG) durant les années 1950 et plus particulièrement le volet élevage (Thomassin, 1959). L'Institut de Recherche en Agronomie Tropicale a mené de nombreux travaux sur les espèces fourragères avant 1976 (Borget, 1965 ; Borget, 1969 ; Fauconnier, 1981). L'ORSTOM¹² a effectué, durant les années 1960 & 1970, de nombreuses études pédologiques, géomorphopédologiques, écologiques (Boulet, 1977 ; Hoock ; 1971 Turenne, 1966).

Cette recherche agronomique accompagnant ce "Plan Vert" a tenté de s'adapter aux réalités guyanaises (Ingrand, 1992 ; Vissac, 1990). Dans une première phase (1981-1984), l'Inra avec ses partenaires, a mené des travaux surtout analytiques, puis dans une deuxième phase (1985-1999) les travaux ont été réorientés dans une démarche systémique (Gachet et Rouville, 1995). Les acquis des études conduites en Guyane à cette époque ont permis d'engager des échanges précieux avec le Brésil (Béreau, 1986 ; Tourrand, 1997).

L'encadrement¹³ de ce "Plan Vert", a surtout dû composer avec la diversité des connaissances techniques des éleveurs ébranlés face à l'ampleur des problèmes biophysiques. Cette diversité de ces connaissances croisées à ces conditions biophysiques ont induit des perceptions très diverses et de profondes incompréhensions des problèmes rencontrés (Gachet, 1990). Cet aspect a été difficile à cerner par l'encadrement technique et la recherche.

La perception des éleveurs a été très diverse en matière d'altération des prairies par l'invasion d'adventices perçue aussi très diversement par les services techniques et les chercheurs. Il en a été de même pour les tentatives de modes de lutte ou de gestion. Les choix des travaux de recherche dans ce domaine ont été aussi dépendants des perceptions des chercheurs et de leurs disciplines respectives. Ces études ont été souvent menées de façon analytique (très rarement de façon écosystémique) et séparées sur les points suivants :

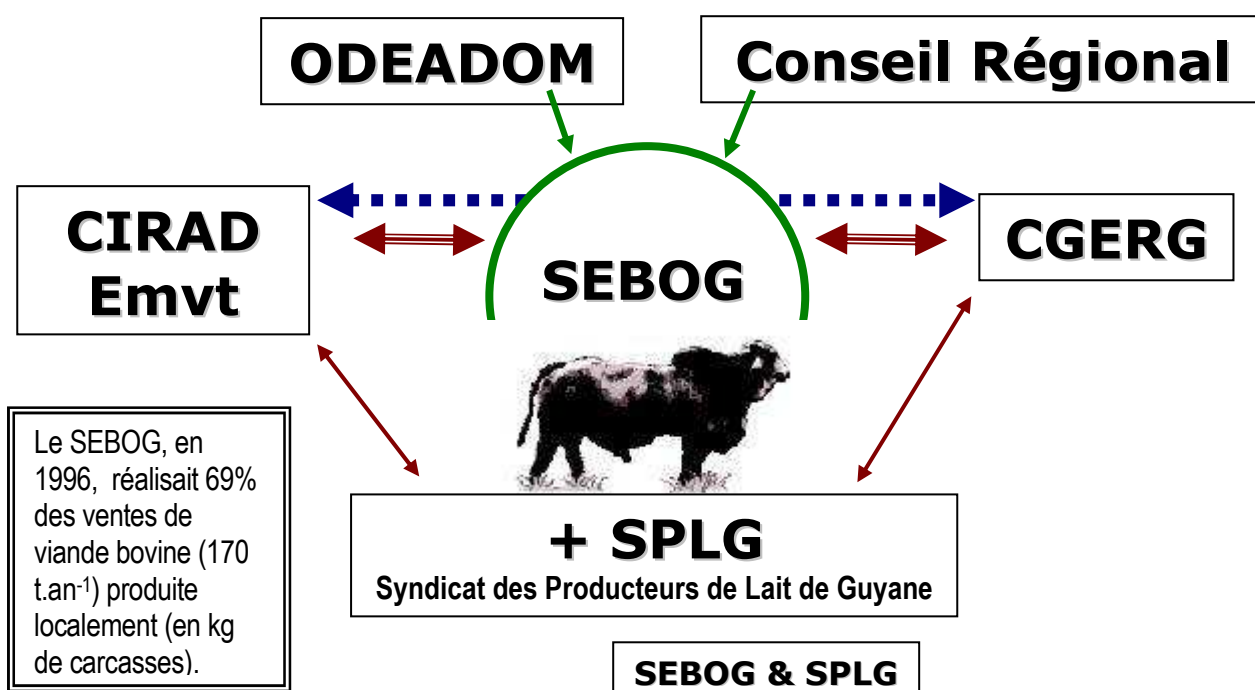
- ➔ l'influence du mode de fertilisation (Béreau et Vivier, 1985b ; Béreau *et al.*, 1992),
- ➔ le surchargement (Barbier 1985b, Vivier *et al.*, 1985),
- ➔ l'alternance de cultures (Andrieux, 1987),
- ➔ le griffage des prairies par le passage de disques (de Larouzière, 1987).

Des synthèses sur les moyens de contrôle suivant les diverses attentes des éleveurs se sont révélées souvent par elles-mêmes. C'est à l'occasion de l'évaluation de la filière de l'élevage bovin viande en Guyane, par l'ODEADOM (Letenneur, Matheron, 1991) que la pertinence des "savoirs en construction" des professionnels et de l'intérêt de leurs perceptions ont été révélés. L'importance des perceptions des éleveurs et autres acteurs, en matière de dégradation des parcours a été décrite dans d'autres régions, notamment dans les Cerrados brésiliennes par M. Figuié (2001).

¹² ORSTOM, ex. Office de Recherche Scientifique des Territoires d'Outre-Mer, devenu actuellement l'IRD, Institut de Recherche pour le Développement.

¹³ Autant côté maître d'œuvre que celui de la recherche.

- _ 1991 Etude sectorielle de la filière bovine ; ODEADOM & Cirad-Emvt.
- _ 1992 Contacts avec les leaders agissant pour une réémergence d'une filière.
- _ 1993 Reconnaissance Ministérielle d'un groupement de producteurs : SEBOG
- _ 1994 Conventions: SEBOG / Cirad - Emvt & SEBOG / CREGG.
- _ 1995 Identification de la diversité des pratiques et des besoins des éleveurs.
- _ 1996 Organisation d'un service d'appui au SEBOG par la R/D & le CGERG.
- _ 1997 Reformulation des attentes sociales sur les systèmes herbagers
- _ 1998 Réseau élargi d'observations et de suivis pour les études de recherche.



Sources :
Letenneur &
Matheron, 1991.
Rapports SEBOG /
Cirad-Emvt
Huguenin, 1994,
1995. 1996.

	Nov. 1993	Janv. 1995	Mars 1996	Tout secteur bovin En 1996
Elevages	27	53	62	200
Têtes bov.	4 350	5 000	5 800	9 000
Vaches	1 560	1 800	1 900	2 800
STH (ha)	2 370	2 900	3 800	8 800

Rappel d'acronymes : Cirad-Emvt (Département d'Elevage et de Médecine Vétérinaire du Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) ; CGERG (Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane) ; ODEADOM (Office de Développement Economique Agricole des DOM) ; SEBOG (Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane) ; SPLG (Syndicat des Producteurs de Lait de Guyane).

Figure n°20 : Partenariat Eleveurs / Recherche – Développement (1991-1997) en Guyane sur les systèmes d'élevages et les systèmes herbagers

2. Positionnement et stratégie de l'étude

Cette étude provient à son origine d'une demande des professionnels pour revisiter leurs repères techniques, zootechniques et fourragers. Pendant plusieurs années la recherche en matière de productions animales et fourragères s'était retirée (1989-1992). En 1991, sous l'égide de cette demande professionnelle et l'ODEADOM (Vivier *et al.*, 1995, Letenneur, Matheron, 1991), un relais entre la recherche de l'Inra et les travaux du Cirad a pu se faire¹⁴

21 Etablissement des partenariats locaux

Les éleveurs qui souhaitaient un retour de la recherche étaient aussi inscrits dans une démarche de reconnaissance de leur filière. Suite à une demande officielle de leur part (SEBOG, 1993), ils ont obtenu une demande d'agrément ministériels en qualité de groupement de producteurs (Ministère de l'Agriculture et Ministère des DOM-TOM).

Les responsables de ce groupement d'éleveurs demandaient une recherche de proximité. Compte tenu de tous les travaux réalisés, de ceux de l'écorégion devenus disponibles, ces éleveurs demandaient au CIRAD-EMVT de trier les acquis en fonction des possibilités des producteurs. La position du CIRAD-EMVT a été d'adopter un profil de réajustement du développement en cours. En conséquence, il a joué un rôle d'institut technique qui n'existait pas en Guyane même par la Chambre d'Agriculture (Huguenin *et al.*, 1996).

Cette mission de négociation et de mise en place d'un programme de Recherche/Développement sur les systèmes bovins et herbagers a fait l'objet d'une convention contractualisée. En parallèle, le SEBOG a contractualisé une autre convention de soutien administratif et stratégique avec le CGERG¹⁵, organisme qui s'est révélé être un partenaire précieux pour le CIRAD-EMVT. Cette position de la "Recherche / Développement" dans un travail d'accompagnement pour revisiter les techniques et pratiques en cours a été exclusive de 1993 à 1997. Par ce mode d'implication directe, j'ai pu apprendre et apprécier le savoir local en construction au sens de Darré (1996).

Cette collaboration étroite avec le SEBOG et les résultats acquis ont permis d'être reconnu par de nombreux institutionnels¹⁶ et des élevages n'appartenant pas au SEBOG. A mon sens elle a permis d'établir une confiance précieuse pour recueillir les observations, les analyses et les connaissances des professionnels.

Par cette reconnaissance dans le secteur de l'élevage en Guyane, des travaux de recherche plus spécifiques ont été proposés et acceptés (sur les facteurs d'altération des prairies, leurs modes de gestion, les comportements et valeurs fourragères). L'orientation d'études plus spécifiques de recherche a permis d'obtenir de nouveaux fonds extérieurs (notamment européens¹⁷) et de diversifier notre réseau de contacts, à la fois chez les éleveurs bovins, mais aussi chez autres éleveurs d'herbivores.

¹⁴Parmi les principaux acteurs de la recherche favorable à cette dynamique : L. Letenneur, G. Matheron J.F., Tourrand, B. Vissac.

¹⁵CGERG : Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane.

¹⁶ODEADOM, SGARE (Secrétariat Général aux Affaires Régionales et Economiques de la Préfecture), la DRAF (Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt), la Chambre d'Agriculture, la DRRT (Direction Régionale de Recherche et de la Technologie), le Conseil Régional, la DG du CIRAD et son Département Emtv...

¹⁷Les ordonnateurs locaux des fonds européens étaient : la DRAF de Guyane et la Préfecture de Guyane.

Etudes de Recherches - Actions du CIRAD-Emvt Guyane sur les Systèmes alimentaires des élevages herbivores

Bailleurs de fonds :

Cirad-EMVT
FEOGA
FIC
ODEADOM
SEBOG
SPLG

Précisions sur certains acronymes :

CIAT : Centro Internacional de
Agricultura Tropical

FEOGA : Fonds européen
d'orientation et de garantie
agricole

FIC : Fond de coopération Inter
Caraïbes et Guyane

EMBRAPA – CPATU :
Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária / Centro de
Pesquisa Agropecuária do
Trópico Úmido

Partenaires Locaux :

AEBG
Chambre d'Agriculture
Cirad - Kourou
Conseil Régional
DRAF
SEBOG
SEPRG
SGARE- Préfecture (973)
SPECG

Partenaires Scientifiques :

CIAT (Ecophysiologie des plantes
fourragères)
CIRAD - Montpellier (Biométrie,
agronomie fourragère)
EMBRAPA CPATU (Gestion des
prairies)
INRA -Toulouse (Agronomie,
écologie fourragère + exp.
Comportement *Mimosa pudica*)
ORSTOM / IRD (Pédologie,
télédétection)
Université Lyon 1 UMR CNRS
5558 (Biométrie)

Etudes en relation directe avec la thèse sur :

La caractérisation des systèmes d'élevage, typologie structurelle et fonctionnelle
Les caractéristiques agrologiques, analyses des sols
Les facteurs de dégradation de prairies : biophysiques et pratiques d'élevage
L'incidence des modes de pâtures sur l'état des prairies (dégradation, salissement)
L'influence des structures des couverts herbagers sur leur dégradation
Des pratiques sur les structures des couverts herbagers
Importance de la gestion du territoire sur l'état des prairies

Etudes connexes sur :

Les valeurs alimentaires suivant la repousse herbagères et les espèces,
Les produits phytocides sur le contrôle des adventices des prairies,
La valeur alimentaire des fourrages des exploitations laitières,
La gestion zootechnique et génétique des troupeaux,
Le coût de production du pâturage et des animaux.

Opérations connexes de développement sur :

La mise en place et la conduite de collections fourragères démonstratives,
La restauration de prairies très dégradées chez des éleveurs reconnus dans leur région,
L'établissement de rations / bilan alimentaire des troupeaux chez des «éleveurs – leaders»
L'usage raisonné d'herbicides.

Liste des rendus et publications réalisés
grâce aux travaux de cette thèse

- Hostiou N., Tourrand J.-F., Huguenin J., Lecomte Ph., 2006 – La diversité de gestion des systèmes herbagers en Amazonie : Cas des élevages bovins brésiliens – *Fourrages* n° : 187, p. 377-392.
- Magda D., Duru M., Huguenin J., Gleizes B., 2006 - Impact of shading and cutting on the demography and composition of *Mimosa pudica* L., a ligneous weed species of tropical grasslands - *Grass and Forage Science*, 61, 89-96.
- Huguenin J., Laurent C., Serena M., 2005 - Aptitudes du couvert herbacé à contrôler des plantes adventices envahissantes dans les prairies amazoniennes de Guyane française. *In acte Symposium international VISTA Inra –Toulouse.*
- Huguenin J., 2005 - Gestion des pâturages tropicaux Résilience des prairies tropicales humides Contrôle de la dégradation par des adventices envahissantes - Module Master II PARC.

Liste complète en Annexe A

La Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt et la Chambre d'Agriculture ont souhaité établir une convention concernant tous les types d'élevages pouvant être concernés par la gestion des systèmes herbagers, soit pour les élevages :

- Bovins avec des opérations d'études actions des élevages du SEBOG, mais aussi de l'Association des Elevages Bovins de Guyane (AEBG) et d'éleveurs indépendants qui présentaient des caractéristiques pertinentes pour nos travaux (sur les modalités d'allotements, de chargement et de gestion des surfaces),
- Caprins et ovins avec des élevages du Syndicat des Eleveurs de Petits Ruminants de Guyane (SEPRG),
- Equins avec des élevages du Syndicat de Propriétaires et Eleveurs de Chevaux de Guyane (SPECG).

La notion "d'étude action" a dû être ainsi assumée pour préserver le multipartenariat (multiples bailleurs de fonds, nombreuses organisations professionnelles, diverses institutions et les éleveurs). Cela nous a amené à trouver des compromis parfois délicats dans le choix de nos actions.

L'éventail de nos opérations a dû couvrir des attentes très diverses allant du développement¹⁸ à la recherche analytique de type laboratoire¹⁹. Dans la mémoire collective, le "Plan vert" restait très présent. Sa recherche en élevage avait été perçue comme trop distante des problèmes des producteurs. Cette sollicitude d'une plus forte implication auprès des éleveurs et des demandes institutionnelles d'affichage clair de nos actions ("faire savoir") notre "savoir faire", nos opérations et les résultats obtenus) auprès des représentants des bailleurs et des organismes locaux, a été un paramètre important pour l'organisation de notre étude.

Ce montage partenarial, conjugué aux conditions de reprises d'études des systèmes d'élevage dans une organisation de producteurs (SEBOG) et le mandat du Cirad²⁰, nous a conforté dans le choix d'établir nos études suivant des réseaux concentriques d'élevages.

Le cercle le plus large d'élevages, pris au sein du SEBOG, a été étudié pour caractériser les structures et le fonctionnement spécifiques des différents systèmes. En parallèle, des traits communs ont été esquissés qui se sont traduits principalement sur les fonctions de production et la gestion du territoire (Huguenin *et al.*, 1996). Par la suite cette étude a servi de grille d'appréciation auprès d'élevages hors SEBOG.

D'autres "cercles – réseaux", plus restreints ont été choisis à partir de la grille précédente sur des thèmes variés et complémentaires à l'étude principale de ce document :

- Comportements fourragers (suivis en collections et en prairies),
- Valeurs alimentaires des espèces fourragères,
- Restaurations des prairies,
- Evolutions de la végétation et de la flore,
- Conduite du bétail.

¹⁸ Exemple : Restauration de prairies très dégradées ; Opération : "Ressource Alimentaire du Bétail", préservation de la principale ressource alimentaire du bétail : l'herbe (Huguenin *et al.*, 2001)

¹⁹ Exemple : Etude en serre de l'effet de l'ombre et de la coupe sur des plantules de *M. pudica*, (Magda *et al.*, 2006).

²⁰ Acronyme qui pourrait se décliner ainsi : une recherche agronomique en co-opération pour le développement.

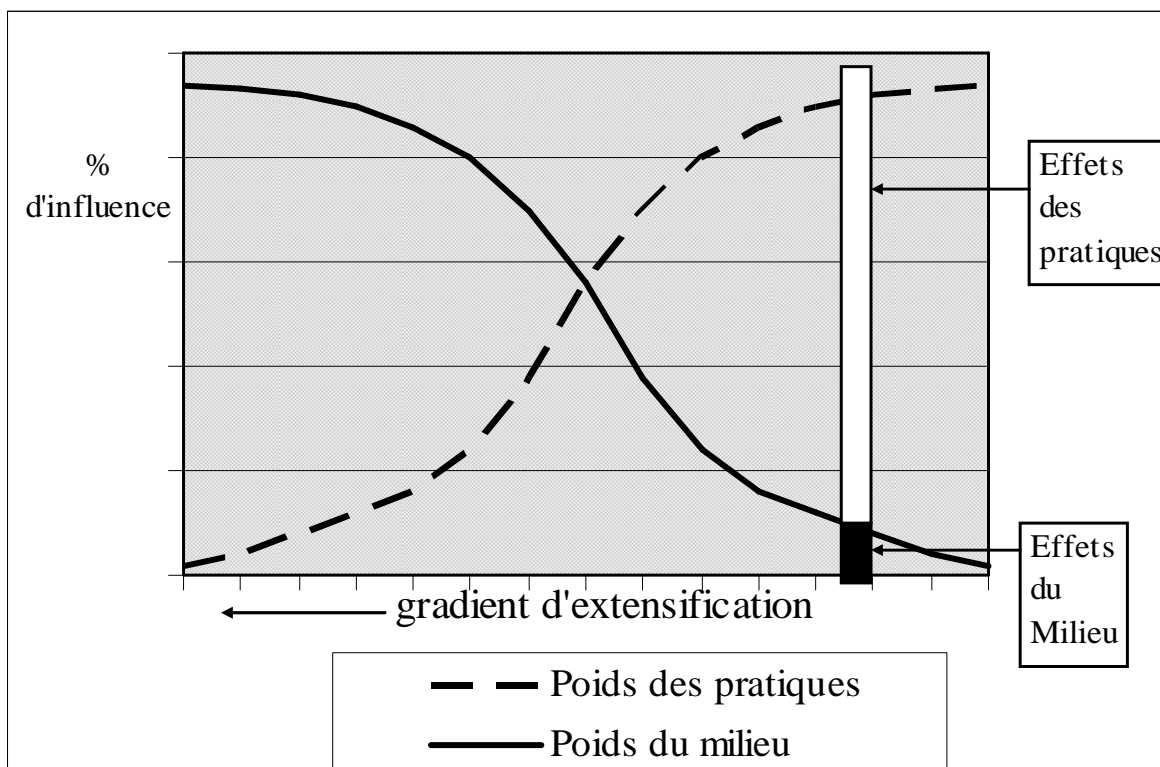


Figure n°22 :
Influence respective des pratiques et du milieu sur la dynamique de la végétation d'après les schémas de : Balent & Stafford (1991) et Balent, Duru & Magda (1993).

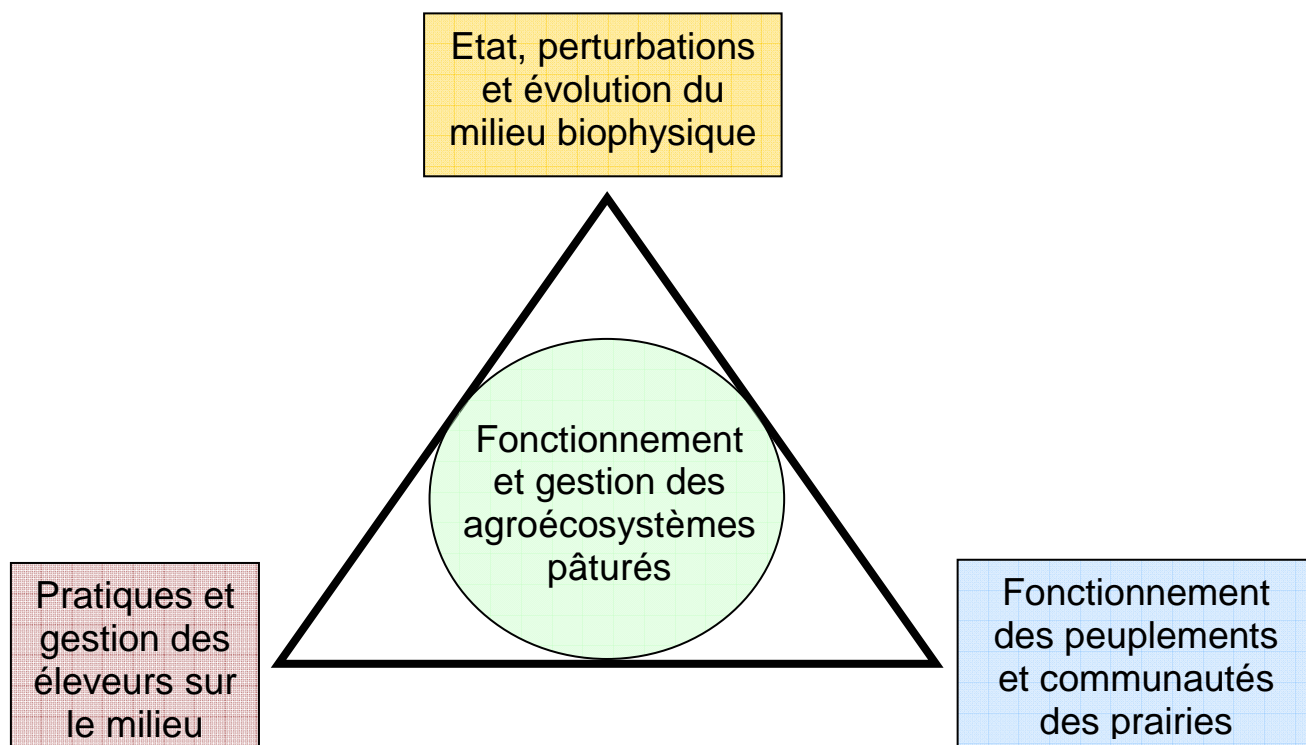


Figure n° 23 : Représentation de la complémentarité de l'agronomie et de l'écologie ; ainsi que de l'agronomie des faits et de l'agronomie des actes.
D'après le schéma du questionnaire de l'IFR 124 Ecosystem.
URL : <http://www.ifr-ecosystem.org/index.php?page=thematique2&menu=thematique>

22. Stratégie et méthodologie

Notre objet de recherche a été l'état des couverts herbagers pâturés ; objet qui a été étudié avec des facteurs qui lui sont liés : facteurs biophysiques et facteurs des pratiques d'élevages.

Grâce à notre co-opération avec des éleveurs et un groupement de producteurs pendant trois ans nous avons pu confronter nos perceptions avec ceux des professionnels. Cette dialectique a permis de reformuler les demandes des producteurs tout en tenant compte des acquis importants obtenus avant les années 1990.

La qualité des relations avec les éleveurs a permis, au démarrage des travaux de cette thèse, de réorienter nos études dans une logique relevant plus de la recherche scientifique. C'est-à-dire que nous avons au préalable établi un questionnement et des hypothèses pouvant être validés ou réfutés au sens de Karl Popper (1934, Ed. 1971).

Notre questionnement et nos hypothèses ont été retenus à partir de :

- × discussions et rapports avec les producteurs et les professionnels (institutionnels),
- × leurs pertinences sociales et scientifiques,
- × un « corpus / cadre » théorique,
- × débats et confrontations avec des référents d'institutions de recherche.

La reformulation de la demande professionnelle mise en débat avec des références de connaissances locales et scientifiques nous a permis de poser cette question générale de recherche :

« Comment contrôler et surtout prévenir les altérations, les dégradations, par l'envahissement d'adventices, du couvert fourrager des prairies pâturées amazoniennes de Guyane ? »

L'hypothèse étudiée, vis-à-vis de cette question, s'est portée sur le poids des pratiques (Figure n° 22). Nous avons tenté de valider ou réfuter l'hypothèse générale suivante :

« Les modalités de conduite du bétail et du pâturage peuvent permettre de gérer l'évolution de la végétation et de la flore des couverts fourragers des prairies ».

Les risques de dérives inductives de ce type de démarche de recherche (Chalmers, 1991) ont tenté d'être cernés par un processus d'appréciations continu avec un noyau d'éleveurs reconnus par leur profession pour leur savoir et savoir-faire. Le savoir et la recherche ne sont pas le monopole des chercheurs. Comme d'autres collègues, je reconnais la haute qualité des savoirs acquis par des producteurs (Darré *et al.*, 2004 ; Dupré, 1991 ; Landais et Balent, 1993 ; Röling, 1991). « *Les chercheurs sont donc loin d'avoir le monopole de la production des connaissances techniques* » (Landais et Balent, 1993).

Sur le plan scientifique j'avais des référents appartenant à des domaines d'études complémentaires : Agronomie fourragère, agropastoralisme, écologie, sciences humaines. Ainsi j'ai pu bénéficier de ressources pluridisciplinaires qui correspondent à l'architecture cognitive de l'IFR 124 Ecosystem²¹ (Illustration n° 20).

²¹ Adresse URL de cette IFR : <http://www.ifr-ecosystem.org> et page de l'URL du schéma de l'architecture cognitive de cet Institut : <http://www.ifr-ecosystem.org/index.php?page=thematique2&menu=thematique>

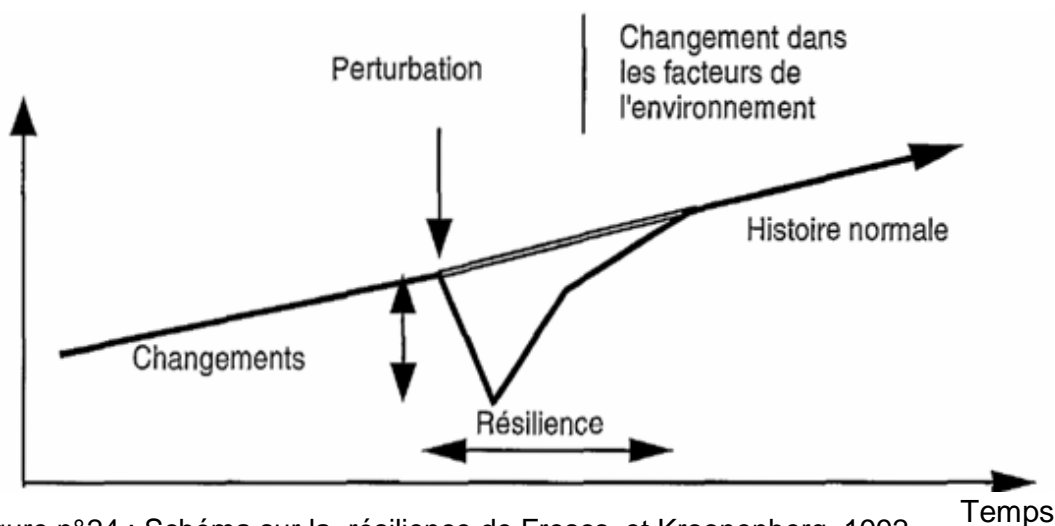


Figure n°24 : Schéma sur la résilience de Fresco et Kroonenberg, 1992.

Cette illustration représente la durabilité d'un processus écologique dans le temps. Le processus, en équilibre dynamique dans le temps, est modifié par des changements importants des facteurs de son environnement. La durabilité est mesurée par l'importance des changements dans l'état du processus et par sa capacité à revenir sur sa trajectoire d'équilibre dynamique.

(Représentation mentionnée dans Cahier options méditerranéenne, G. Balent et A. Gibon 1999 : « Organisation collective et individuelle dans la gestion des ressources pastorales : conséquences sur la durabilité agro-écologique des ressources ».).

La notion de résilience d'après un texte d'Aschan - Leygonie (2004) :

Dans son acception historique en écologie, elle mesure le temps de retour à l'équilibre d'un système après une perturbation.

Depuis les années 1970, sa définition a changé avec notamment les travaux de Holling (1973) : La résilience est à considérer comme la capacité d'un système à pouvoir intégrer dans son fonctionnement une perturbation, sans pour autant changer de structure qualitative.

La définition historiquement plus académique de la résilience en écologie repose sur l'idée d'un système en équilibre stable dont le comportement est prévisible, et dans cette acception, la résilience devient équivalente à la notion de stabilité d'un système autour d'un point d'équilibre.

La reformulation plus récente de définition de la résilience, repose sur l'idée qu'après une perturbation le système n'est pas marqué par un retour à l'équilibre, expression d'un comportement de résistance, mais réagit au contraire de manière souvent positive, créatrice, grâce à de multiples changements et réajustements.

La résilience est la propriété d'un système qui, adaptant sa structure au changement, conserve néanmoins la même trajectoire après une perturbation. Ainsi, le système préserve sa structure qualitative.

La notion de résilience implique donc que le système maintienne sa structure et assure sa continuité, non pas en préservant un équilibre immuable ou en revenant au même état qu'avant la perturbation, mais au contraire en intégrant des transformations. Dans cette perspective le changement, et la perturbation qui le déclenche, sont des éléments inévitables et parfois nécessaires à la dynamique du système et à son maintien. Selon cette approche, la perturbation n'est pas forcément un "traumatisme", mais au contraire facteur intégrant du fonctionnement même si localement, à l'intérieur du système, les effets peuvent être difficiles à assimiler par certains de ses éléments ou individus.

Cette signification du concept de résilience va donc à l'encontre du point de vue traditionnel selon lequel une seule situation en équilibre peut être envisagée dans un système ouvert.

A présent les fondements paradigmatiques de cette notion tendent à la construire comme un concept qui considère que les systèmes sont rarement en équilibre ou pour peu de temps. Ce concept actuel de la résilience repose sur l'idée qu'il existe au contraire plusieurs situations possibles impliquant aussi la possibilité pour un système de se situer loin de l'équilibre sans pour autant s'effondrer.

Par un double regard sur les savoirs locaux et les savoirs scientifiques paradigmatiques (relevant d'une matrice disciplinaire au sens de Kuhn, 1963), nous avons pu tenter d'atteindre des règles dont certains caractères pouvaient être invariants. Ainsi la prise en compte de théories (locales et scientifiques) a précédé l'observation comme le recommande Chalmers. Observation qui a été elle-même guidée par un questionnement co-construit décliné précédemment.

La matrice disciplinaire de cette étude relève de l'agroécologie

Déjà en 1984, M. Vivier sollicitait pour la Guyane « *des études faisant appel à la fois à l'écologie et à l'agronomie, menées non pas séparément mais de façon conjointe dans une perspective très concrète de mise en valeur (agro-éco-développement)* ». Ce contour²² scientifique associant l'agronomie et l'écologie a été utilisé pour les prairies en France métropolitaine : « *la prairie peut être vue comme système écologique soumis à un régime de perturbation plus ou moins variable. Les pratiques agricoles en sont la source essentielle* » (Granger et Balent, 1994).

Tenant compte de ces constats et résultats, nous avons considéré que notre objet d'étude appartenait à un agroécosystème complexe piloté par les éleveurs, système complexe qui était composé des éléments principaux suivants : végétation – pratiques – milieu. Cette matrice scientifique en agroécologie a été considérée comme le champ scientifique d'études des systèmes écologiques modifiés par des pratiques agronomiques (Altieri, 1989 ; Blanfort, 1996). A partir de ces préalables (questionnements, hypothèses, référents, suivis, cadre scientifique identifié) notre posture a été celle d'une recherche impliquée dans la dynamique du secteur professionnel de l'élevage en Guyane ; option certes nécessaire compte tenu des contractualisations partenariales, mais aussi pertinente pour saisir au mieux les réalités et surtout les pratiques des éleveurs.

Les prairies guyanaises sont issues d'un milieu profondément perturbé (bouleversé). L'intervention anthropique a été majeure, très intense. Dans de telles conditions et pour un usage assez intensif, les forces de stabilité et de résilience (Illustration n° 21) de l'agroécosystème sont faibles. La dérive de la végétation fourragère implantée ne peut être contrôlée que par une implication importante de l'homme (l'agriculteur, l'éleveur). Ce processus a été décrit dans d'autres contextes, à l'Ile de la Réunion (Blanfort, 1996), en France métropolitaine en Aubrac et en Aveyron (Balent *et al.*, 1993²³). En conséquence, nous avons porté une attention particulière aux pratiques²⁴ des éleveurs. Cela nous a amenés à monter des dispositions aptes à tenir compte avec attention des modes de conduite du bétail, de l'exploitation des prairies et de leur entretien, dispositions nécessaires pour étudier notre hypothèse générale.

²² Dans l'esprit de B. Hervieu (2002) qui souhaite un nouveau contour des sciences.

²³ « *Si le poids du milieu est dominant dans les systèmes extensifs sur pâturage naturel, dans des systèmes plus intensifs d'utilisation de la végétation, le poids des pratiques devient supérieur à celui du milieu* ».

²⁴ « La pratique est la façon dont l'opérateur met en œuvre une opération technique. Alors que les techniques peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur qui les met en œuvre, il n'en est pas de même pour les pratiques » (Tessier, 1979). « Techniques et pratiques entretiennent des relations réciproques, du savoir au faire (c'est la "mise en pratique") et du faire au savoir. Cette dialectique est source d'une très grande diversité, à la fois dans l'action et dans l'invention de nouveaux modèles techniques. Si certaines techniques de production agricole découlent de l'application de connaissances nouvelles issues de la recherche scientifique, beaucoup d'autres résultent en effet d'une création technique autonome, fruit notamment de la formalisation des pratiques innovantes mises au point par les acteurs du monde agricole » (Landais et Balent, 1993).

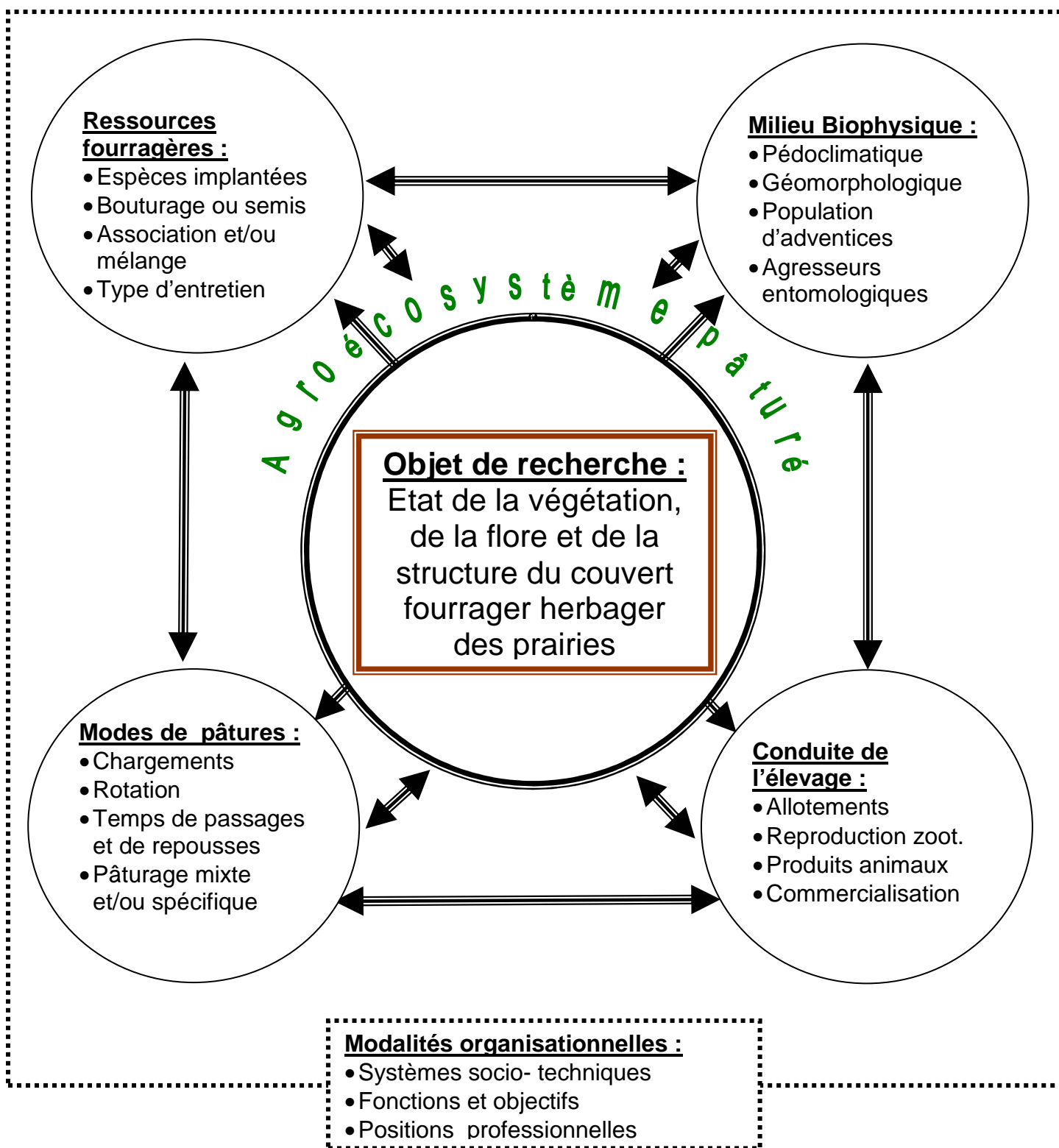


Figure n°25 : Système complexe où se trouve l'objet de recherche de l'étude avec ses multiples interactions.

23. Principes de mise en place des dispositifs et approches des situations

Suivis et observations *in situ*

La nécessité de prendre en compte les pratiques et l'organisation des élevages (ainsi que les observations floristiques de prairies pâturées dans des élevages) s'est traduite par de nombreux suivis d'élevages, de systèmes herbagers, d'allotements, de rotations et de chargements dans des réseaux d'élevages allant de 7 à 35 exploitations suivant les études et leurs niveaux d'observations. Les suivis ont été un moyen privilégié pour comprendre et apprécier les décisions de l'exploitant, qui tout au long des saisons, structure le fonctionnement de son élevage (Gibon, 1981), niveau où se décident, se coordonnent les pratiques suivant des conditions biophysiques et socio - organisationnelles. *«L'exploitation est un système piloté et l'agriculteur le pilote»* (Le Moigne, 1990).

La partie du travail de "terrain"²⁵ s'est déroulée en collaboration avec les éleveurs et des services d'encadrement technique. *«Les situations agricoles réelles s'affirment comme des lieux de recherche indispensables, aussi féconds que les stations expérimentales »* (Landais et Deffontaines, 1990). Ces suivis et ces observations dans des élevages se sont aussi avérés pertinents pour nos partenaires. Ce mode d'implication leur a paru apte à contribuer au renforcement du tissu professionnel local.

Approche systémique avec des études spécifiques analytiques

Le couvert végétal des prairies est un objet de recherche pris dans un agroécosystème pâturé englobant très complexe. *« La complexité des systèmes écologiques prairiaux rend illusoire les tentatives de les reproduire artificiellement dans une démarche de type expérimentation en station. L'analyse comparative constitue une "expérimentation naturelle »* (Gibon, 1994).

Granger et Balent (1994) considèrent que *«la diversité et la complexité des prairies permanentes en font un objet d'étude adapté à une approche systémique »*.

La complexité de notre objet de recherche et de son contexte (Figure n° 25) nous a donc amené à monter des études suivant une approche principalement systémique. L'approche systémique nous a semblé plus apte à reconnaître les propriétés d'interaction dynamique entre les éléments d'un ensemble, lui conférant un caractère de totalité (Brossier *et al.*, 1990).

Toutefois, nous avons eu aussi recours à des études analytiques plus spécifiques pour affiner des relations de cause à effet, notamment sur des plantules d'adventices. Ainsi des expérimentations ont été menées dans des conditions plus contrôlées (en parcelles protégées et en serre).

3. Organisation de l'étude et du document

Cette introduction a pour but de fournir suffisamment d'éléments pour saisir la globalité de la situation. Nous avons souhaité la décliner sous une forme synthétique en facilitant la lecture de l'écrit avec des illustrations, afin "d'aérer" la quantité d'informations fournies.

Certains aspects abordés dans l'introduction nécessitent des approfondissements théoriques, qui sont développés avant d'entrer dans les études spécifiques. Cela est apparu nécessaire pour mieux préciser le sens des travaux des recherches réalisées.

²⁵ Suivis et observations de la végétation

Problématique

Suite à cette introduction, notre problématique est "mise à plat". Cette partie s'intitule "**De la préoccupation des professionnels à la problématique globale**". Elle tend à expliquer ce cheminement de convergence entre l'état des demandes, l'état des connaissances (dont les savoirs locaux) et la pertinence scientifique. Ce cheminement s'est tracé dans un contexte institutionnel à multiples niveaux de co-opérations et de surveillances. Le parcours de négociation entre les différents partenaires (qui a duré deux ans), était nécessaire pour arriver à une perception suffisamment commune des objectifs à atteindre. La déclinaison des objectifs attendus a permis de discerner les enjeux dont nous allons être tous porteurs.

Ce travail a permis de formuler le questionnement et les demandes des partenaires en question de recherche et d'hypothèse générales, évoquées dans l'introduction. Elles ont été reformulées en plusieurs questions et hypothèses de recherche spécifiques pour être opérationnelles. Cette opérationnalité est présentée dans cette partie en expliquant les choix des études et des dispositifs retenus (ainsi que leur complémentarité) pour valider ou réfuter nos hypothèses.

Cadre théorique

Ce cadre est à considérer comme une plateforme de repérage théorique construit d'un corps de concepts (matrice scientifique). Ces concepts sont attachés à certaines disciplines et parfois à plusieurs. Le recours à des concepts transdisciplinaires constitue une des "voûtes" de notre travail.

Informations complémentaires et spécifiques sur le contexte

Les informations qui nécessitent quelques précisions portent sur la gestion des herbages et les techniques de cultures, entretien, exploitation des prairies guyanaises. Ces aspects sont mis en perspective dans leur évolution régionale et par rapport aux références écorégionales et certaines réalités "bio-géo-physiques" des écosystèmes pâturés guyanais.

Méthodologie et dispositifs

La stratégie globale élaborée est explicitée suivant les objectifs et suivant les contraintes rencontrées par l'Etude. L'ensemble des dispositifs mis en place est présenté. Cet ensemble a permis de mener plusieurs études spécifiques :

- Poids des paramètres du milieu et des pratiques d'élevage, notamment des modes de conduite du pâturage, sur l'état des prairies,
- Paramètres de modification des structures fourragères (architecture du couvert prairial) par les pratiques d'élevage et leur incidence sur l'état des prairies,
- Influence de l'ombrage et des coupes sur les plantules d'une adventice modèle,
- Incidence des modes d'organisation des élevages pour contrôler l'évolution des adventices des prairies.

Les études spécifiques

Ces quatre études indiquées précédemment font l'objet de parties relativement indépendantes dans leur déclinaison, comme si chacune d'elle était à prendre comme des "sub-articles". Chacune d'elle est présentée en rapport à la question générale de l'étude mais avec des questions de recherche spécifiques. Des résultats, discussions et conclusions sont mentionnés par étude. Toutefois, le positionnement de chaque étude sera présenté vis-à-vis des autres.

Discussion générale

Cette section établit une synthèse des résultats acquis des quatre études. Ils sont mis en débat, leurs pertinences et leurs utilisations sont discutées. Les éléments qui méritent d'être repris ou approfondis sont mis en contexte. L'évolution des attentes sociales et scientifiques est décrite au regard des résultats obtenus. Les perspectives de ce type d'acquis sont situées dans les actions en cours en Guyane, acquis qui sont aussi mis en confrontation avec d'autres travaux menés dans de nombreuses régions pour apprécier leur pertinence générique.



Figure n° 26 : Troupeau sur prairie à *Brachiaria decumbens*, en saison sèche à Sinnamary, Guyane. © J. Huguenin.



Figure n° 27 : Troupeau sur prairie à *Digitaria swazilandensis*, en saison humide à Macouria (Savane Matiti), Guyane. J. Huguenin.

PARTIE I :
Cadrage préalable et théorique



Figure n° 28 : Prairie envahie principalement par *Mimosa pudica* à Macouria, Guyane.
© J. Huguenin.



Figure n° 29 : Prairie envahie principalement par *Spermacoce verticillata* à Sinnamary, Guyane. © J. Huguenin.

Tableau n° 1 : Classement de la qualité des prairies (estimée par l'importance de recouvrement de l'espèce cultivée), en fonction de la taille des exploitations. Résultats en p. 100 de parcelles lors d'une enquête menée en 1980, qui portaient sur 274 parcelles (d'une surface totale de 900 ha) réparties sur tout le territoire (Vivier et Coppry, 1984).

Surface élevages Etat de la prairie	0 – 15 ha	15 – 70 ha	+ de 70 ha
Très bonne	1,50	8,80	6,60
Bonne	11,10	22,70	18,10
Assez bonne	17,40	31,60	28,20
Médiocre	20,60	16,40	16,70
Très médiocre	49,00	20,20	30,80

1. Problématique générale

"De la préoccupation des professionnels à la problématique globale"

Le système d'élevage des bovins viande en Guyane (2000) dépend, sur le plan alimentaire exclusivement des prairies principalement exploitées²⁶ par pâturage, dont les parcelles sont délimitées par des clôtures. Les compléments alimentaires, de type concentré, disponibles en Guyane sont peu distribués. Les seuls utilisés, de façon répandue, proviennent d'issues de riz²⁷, céréales cultivées dans la région de Mana. Des compléments minéraux sont importés²⁸ et mis plus régulièrement à disposition des animaux.

Ces élevages sont issus d'un modèle d'élevage productif, lancé en 1976, qui reposait sur des bovins rustiques (zébus brahman) aptes à valoriser des prairies à forte productivité²⁹. La productivité devait atteindre au minimum 400 kg de poids vif produits.ha⁻¹.an⁻¹ (Vivier, 1984b). Les prairies productives de ces systèmes d'élevage ont été obtenues par l'installation monospécifique de graminées fourragères exotiques (bouturage ou semis) sur des terrains deforestés. La productivité de l'herbage était soutenue par amendement calcique et des fertilisations en azote, phosphore et potasse.

Pour des raisons agro-économiques, ces nouveaux herbages devaient se pérenniser, mais leur dégradation s'est rapidement révélée très inquiétante. En 1980, les résultats d'une enquête de l'INRA, concernant 274 parcelles (900 ha) réparties sur l'ensemble de la zone d'élevage (Tableau n° 1), avaient montré que : « 32% de ces surfaces atteignent un niveau de dégradation impliquant une reprise complète » (Vivier et Coppry, 1984). A l'issue de ce travail, un constat majeur a porté sur l'importance et la fragilité de ces prairies : « *La pérennité du système fourrager revêt en Guyane une double importance : d'une part les coûts d'installation de la prairie atteignent des niveaux élevés ; d'autre part la dégradation entraîne une colonisation des parcelles par des broussailles dont la destruction s'avère compliquée et onéreuse* » (Vivier et Coppry, 1984). Cette inquiétude s'est révélée encore plus grande quand l'efficacité des « reprises³⁰ » s'est montrée médiocre en raison de la nuisance du « seed bank³¹ ».

De nombreux constats ont été écrits sur la dégradation de ces prairies en Guyane :

- « *En règle générale, la disparition de l'espèce cultivée intervient rapidement : 12-18 mois après la création des prairies, les cypéracées, sensibles, Boreria sp., aubergine envahissent plus de 50 % des parcelles à un point tel qu'il faut replanter* » (Vivier et Coppry, 1984).
- « *Trois années après l'installation de ces prairies, la situation fourragère n'est pas satisfaisante, environ la moitié des parcelles étaient à replanter en raison de la disparition de l'espèce cultivée et de leur colonisation par des adventices* » (Béreau et al., 1984)

Lors d'un séminaire à Cayenne en 1985, il était mentionné : « *Au bout de 3-4 ans d'implantation, on observe une dégradation des pâturages en Guyane* » (Barbier et Andrieux, 1985). « *La pérennité des implantations réalisées au cours de ces dernières années est loin d'être acquise* » (Vivier, 1985).

²⁶ L'utilisation de foin reste modeste et l'ensilage (ou les balles enrubannées) s'avère marginal.

²⁷ Ces produits sont distribués seulement à quelques catégories d'animaux et généralement à des quantités inférieures à 500 g par jour et par tête.

²⁸ En seaux ou blocs à lécher.

²⁹ Auparavant, en élevage extensif, souvent conduit en divagation, l'état de l'herbage avait moins d'importance (Thomassin, 1959 ; Dedieu, 1985).

³⁰ Passage de disques (cover crop), apport d'amendement, semis ou bouturage, fertilisation.

³¹ Stock de semences d'adventices dans le sol.



Figure n° 30 : Prairie en cours d'envahissement par *Asclepias curassavica* et *Spermacoce verticillata*, à Montsinéry, Guyane. © J. Huguenin.

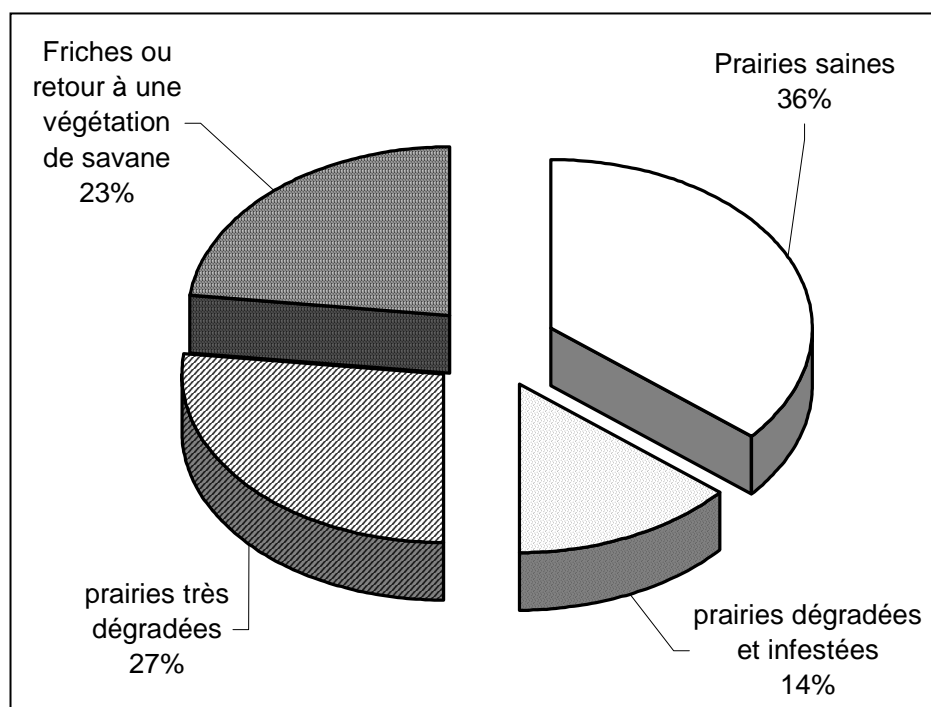


Figure n°31 : Situation de l'état des pâturages du Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane (SEBOG), 3053 ha de STH (Surface Toujours en Herbe), en 1995. Source : Cirad-Emvt (1996), SEBOG, Huguenin *et al.*, 1996.

Figure n°32 : Exemple d'une prairie saine au couvert associé de *Brachiaria humidicola* et de *Desmodium heterocarpon* à Sinnamary, Guyane. © J. Huguenin.



Au début des années 1990, la situation n'avait pas changé. Dans l'étude sectorielle, commandée par l'ODEADOM, de la filière bovin - viande en Guyane, Letenneur et Matheron en 1991 (du Cirad-Emvt) indiquaient que :

- «la plupart des pâturages sont envahis par l'aubergine sauvage, la sensitive, les cypéracées... »,
- «Les problèmes majeurs [pour les élevages] sont : la dégradation des pâturages, le manque de connaissance de l'incidence du pâturage, de son mode d'exploitation sur les processus de dégradation... ».

En 1995, le Cirad-Emvt avait réalisé auprès du SEBOG une enquête sur les 3053 ha de prairies que comptait ce groupement. Il en ressortait que seulement 36 % pouvaient être qualifiées de saines³² (Figure n°31). Ce problème d'altération des prairies a commencé à être signalé fortement, par les éleveurs, lors de l'étude ODEADOM – Cirad-Emvt. Auparavant, les difficultés techniques rencontrées étaient multiples (sanitaires, zootechniques et fourragères). Celles d'ordre sanitaire ont été les premiers à être en grande partie contrôlés. Lors du retrait du Plan de développement (fin des années 1980), les difficultés à maîtriser la production fourragère se sont aggravées. L'altération, des surfaces fourragères, par des adventices était gérée par des reprises régulières des prairies qui nécessitaient de nombreux intrants. Elles engageaient des coûts élevés qu'il a été possible d'assumer en ayant recours à des prêts. Au retrait de ce Plan, l'Etat s'est désengagé de sa caution solidaire auprès des banques pour les éleveurs.

Au tournant des années 1980 – 1990, de nombreuses faillites d'élevages ont été enregistrées. Les exploitations qui ont pu se maintenir présentaient deux caractéristiques essentielles :

- diversification des activités et des produits,
 - et baisse des charges sans nuire au niveau de productivité de leur système d'élevage.
- (Gachet *et al.*, 1989).

L'objectif déjà affiché à l'origine, de pérenniser ces prairies, est devenu encore plus important afin de limiter les frais engagés pour leur entretien ou reprise. La demande sociale et professionnelle, auprès de la recherche, au cours des années 1990, était de lutter efficacement à moindre coût contre les adventices des prairies. Lors de la collaboration SEBOG / Cirad-Emvt, différents statuts (qualifications) ont été apportés aux adventices. Si le cortège d'adventices est important (Béreau et Planquette, 1991), il s'avère que le danger pour les prairies provient de processus d'envahissement dû à peu d'espèces.

Des recherches techniques ont été dans un premier temps conduites, notamment l'utilisation la plus efficace et la plus intégrée de certains herbicides obtenus à un prix cinq fois moindre que celui pratiqué à l'époque en Guyane³³. Certains itinéraires techniques sont représentés dans le guide produit en 2001 (Huguenin *et al.*). Ces travaux et études sur des améliorations/ajustements techniques ont permis de reconstruire une crédibilité et une confiance concernant les travaux de recherche auprès des producteurs, l'administration agricole, et les collectivités territoriales. Par ce type d'opération un dialogue plus ouvert s'est établi. Ainsi il a été possible d'envisager une reformulation plus en profondeur de la demande sur la lutte des adventices qui s'entendait comme une opération curative et durable. Cette reformulation s'est révélée comme une construction commune de la problématique. Chemin faisant, nous avons été amenés à l'élaborer suivant une définition proche de celle de G. Macé (2000).

³² Prairies saines qui à "l'œil " présentaient un taux de couvertures par les adventices < à 40%.

³³ Mesure rendue possible par la constitution d'un dossier d'autorisation d'importation directe du pays producteur de ces produits soumis à la DRAF, DCCRF et la Préfecture de Guyane par le Cirad-Emvt.

Une problématique « *peut être définie comme un écart constaté entre une situation de départ insatisfaisante et une situation d'arrivée désirable* ».

Nous avons pu recentrer, dans un premier temps, le problème sur la disparition du couvert fourrager des prairies par des adventices. Ainsi elles n'étaient plus le problème central. La deuxième étape a porté sur la notion de lutte ou de contrôle. Les éleveurs étaient soucieux de ne pas être dépendants de traitements, manuel, mécanique et chimique, trop fréquents. A partir de cette préoccupation nous avons pu commencer à plus réfléchir sur les mécanismes d'altération des prairies.

De ce travail en commun a pu émerger un questionnement sur les conditions pouvant favoriser les envahissements par des adventices. Questionnement qui s'est prolongé par les conditions et méthodes que les éleveurs peuvent rassembler, employer pour maintenir les espèces invasives des prairies.

La situation d'arrivée désirable, souhaitée, était pour les éleveurs d'avoir des moyens de lutte ponctuels contre les adventices majoritaires permettant de maintenir une couverture végétale fourragère la plus complète dans leurs prairies et le plus longtemps.

11. Les enjeux partagés pour une problématique reformulée

A ce stade, nous avons eu à trouver une plateforme d'enjeux que nous pouvions tous porter en sachant qu'à l'origine les enjeux pouvaient paraître très différents :

- Les éleveurs avaient pour enjeu de limiter les charges de leur exploitation (investissements et intrants de fonctionnement) sans trop changer leur mode d'organisation et de conduite de leur élevage,
- Les groupements, les associations d'éleveurs, avaient pour enjeux de démontrer que leurs éleveurs étaient aptes à maîtriser les prairies comme ressources pérennes,
- L'administration Agricole, il s'agissait d'étendre à tous les éleveurs les moyens de gestion durables des prairies,
- La recherche avait comme enjeu de mieux comprendre les processus d'envahissement des prairies par des adventices et d'identifier les pistes pouvant protéger les couverts fourragers.

A l'arrivée de cette réflexion, nous nous sommes reconnus une plateforme commune sur la problématique :

Nous avons tenu compte qu'il fallait plusieurs options, dont certaines doivent permettre de prévenir les processus invasifs ou de contrôler des processus en cours par des pratiques nécessitant le moins d'intrants possible.

12. Déclinaison de notre problématique pour la thèse

« La majorité des prairies guyanaises ont une production fourragère non stable qui diminue en quelques années par leur envahissement par des adventices. La gestion de ces processus est onéreuse et peu efficace dans la durée.

L'objectif collectif exprimé a été d'atteindre des modalités de contrôle pérenne du couvert fourrager des prairies par des moyens nécessitant peu d'intrants (modalités qui pouvaient s'inspirer de certaines gestions prairiales en cours) ».

Pour réaliser la construction partagée de cette problématique, nous avons réalisé une revue d'études menées en Guyane et dans d'autres régions du monde sur les causes de ces phénomènes invasifs et les possibilités de lutte.

En Guyane, durant les années 1970 et 1980, quatre grands axes d'études ont été explorés :

- Le pilotage à la fertilisation azotée relativement élevée 100 à 150 unités.ha⁻¹.an⁻¹. Vivier et Coppry écrivaient (1984) que pour éviter les problèmes de dégradation, il fallait « proposer non plus des systèmes extensifs, rapidement recolonisés par la brousse, comme l'Amazonie brésilienne en connaît tant d'exemples, mais au contraire des systèmes intensifs et bien maîtrisés au plan technique (parcellaire, fertilisation etc.) », Béreau *et al.* (1984) indiquaient qu'il fallait compenser les contraintes pédologiques (et de dynamiques hydriques) afin de permettre aux espèces fourragères exotiques de rester en concurrence vis-à-vis des adventices adaptées à ce milieu (Béreau, 1995). Des études sur prairies à *Digitaria swazilandensis* en milieu déforesté indique l'importance d'une fertilisation régulière (Béreau et Sarrailh, 1985).
- L'ajustement et l'incidence du chargement ont fait l'objet d'essais. L'incidence du chargement est apparue d'autant plus élevée que la composition floristique était forte en adventices (Vivier *et al.*, 1985) ; essais qui se sont passés au début des années 1980, raison pour laquelle ils ont porté sur des prairies à *Digitaria swazilandensis* (dont la présence diminue dans les années 1990) qui ont un comportement assez différent des prairies à base de *Brachiaria* spp.
- La régénération de prairies a été essayée avec des moyens mécaniques (de Larouzière N., 1987). Le griffage a montré qu'il amplifiait l'invasion des prairies par *Mimosa pudica* (Barbier et Andrieux, 1985).
- Mise en rotation des prairies avec d'autres cultures (soja, riz pluvial) pour casser les processus invasif des adventices. En station cette option s'est révélée pertinente, mais il restait à la mettre en place en situation réelle avec des exploitants qui sont surtout des éleveurs et pas des cultivateurs (Barbier et Andrieux, 1985).

Dans les années 1990, en Amérique tropicale humide, l'élevage exploitait 252 millions d'hectares de pâturages dont 25 à 30 % en prairie cultivée. Les surfaces en cultures fourragères ont connu une très forte croissance dans tous les pays de l'Amazonie (Rippstein *et al.*, 1996).

En Amazonie brésilienne, Falesi (cité par Chauvel, 1997), notait que « le remplacement de la forêt par un système de production qui exporte de faibles quantités d'éléments nutritifs et qui assure, par un couvert végétal dense en perpétuel évolution induirait un renouvellement, un recyclage, prenant le relais de celui de la forêt et qui maintiendrait la fertilité du sol ». Faut-il encore que le pâturage se maintienne, pour Bastos Da Veiga (1995), la moitié des pâturages installés en Amazonie est affectée par la dégradation (Tourrand *et al.*, 1997).

La gestion des pâturages finissait souvent en friches vendues à des grands propriétaires pouvant disposer de moyens importants³⁴ pour effectuer des reprises. Le maintien en état de ces prairies nécessitait une importante surveillance et de lourds travaux manuels et mécaniques (Peixoto *et al.*, 1994 ; Hostiou, 2003 ; Peron et Evangelista, 2004 ; Zanine et Santos, 2004). Face à l'ampleur de la dégradation des pâturages par des adventices, la recherche au Brésil a d'abord porté ses efforts sur la sélection d'espèces fourragères plus compétitives aux processus d'envahissements des adventices et des attaques d'insectes (Schacht, 1996 ; Mitja *et al.*, 1998 ; Mitja et Robert, 1973). Des études ont aussi porté sur les possibilités de s'adapter aux contraintes pédoclimatiques en ayant recours à certains amendements (phosphocalciques ou simplement des phosphates naturels) à apporter notamment lors de la création des prairies (Bastos Da Veiga et Falesi, 1985 ; Falesi, 1976 ; Falesi et Bastos da Veiga, 1996 ; Nascimento Junior, 1994 ; Topall, 2001).

Aux mêmes périodes, cette problématique a fait l'objet d'études dans de nombreuses régions chaudes à travers le monde. De nombreuses pistes ont été explorées. Il peut apparaître toutefois des dominantes dans certains pays ou grandes régions. Un grand nombre d'études ont été menées (et le sont encore) sur les phytocides et leur emploi pour les parcours dans certains Etats des USA, comme le Texas (Baumann, 1999) et comme tous les états du sud (Alley, Messersmith, 1985 ; DiTomaso J.M., 1999 & 2000 ; Ferrel *et al.*, 2006 ; Johnson, 2000 ; Mayeux et Crane, 1983 ; Shiflets T.N., 1994).

Sur la gestion des broussailles par le feu de nombreux travaux ont été conduits en Afrique francophone (Audru, 1977 ; Bruzon, 1994 ; César, 1992 ; Koechlin J., 1963 ; Monnier, 1968 ; Pierre *et al.* 1995). En Australie le feu et sa gestion ont aussi été observés attentivement (Bebawi et Campbell, 2002 ; Myers *et al.*, 2004 ; Preece N., 1990) et même en Europe (Msika, 1998 ; Fridlender, 1991).

Depuis les années 1990, de nombreuses recherches internationales sur l'embroussaillage de pâture se sont orientées sur les possibilités de lutte et de contrôle biologique, notamment en Australie et aux USA (Louda et Masters ; Julien 2006 ; 1993, Quimby *et al.*, 1991 ; Popay et Field, 1996) et aussi en Europe, en témoignent les travaux du CILBA³⁵. Ces recherches nécessitent des travaux de longue durée³⁶ et la sélectivité des bioagresseurs, leurs dispersions peuvent présenter des dangers (Blossey, 1995 ; Blum, 2004 ; Crawley, 1989 ; Delfosse, 1988 ; Heard, 2004 ; Julien, 1992 ; Lawton, 1989). Compte tenu des contraintes propres aux études menées en matière de contrôle biologique, des travaux ont été menés en parallèle, partant du constat que rares sont les opérations ou interventions qui peuvent être durablement efficaces, les travaux sur la gestion des adventices et plus particulièrement des embroussailllements des parcours et des pâturages, ont convergés à partir des années 1995, vers des démarches plus intégrées³⁷ (Brown et Archer, 1999 ; Buckley *et al.*, 2004 ; Coulman, 2003 ; Huguenin et Belge-Bedogo, 1993 ; McKeon *et al.*, 1990 ; Sheley, 1995).

³⁴Engins mécaniques (bulldozer), herbicides anti-ligneux (2,4-D, glyphosate, picloram, triclopyr...) pouvant être pulvérisés par avion...

³⁵Complexe International de Lutte Biologique Agropolis : <http://www.cilba.agropolis.fr/> ; CILBA organise un symposium international du 22 au 27 avril 2007 sur le thème de la lutte biologique contre les mauvaises herbes à la Grande Motte (près de Montpellier, France) : <http://www.cilba.agropolis.fr/Weeds2007/Welcome.html>

³⁶Contraintes, qui au-delà du temps nécessaire, se trouvent surtout dans l'exigence et la difficulté de trouver des bioagresseurs très sélectifs.

³⁷Lutte intégrée : Application rationnelle d'une combinaison de mesures biologiques, chimiques, physiques, culturales ou mettant en oeuvre l'amélioration des végétaux. L'emploi de préparations phytopharmaceutiques y est limité au strict nécessaire pour maintenir les populations d'organismes nuisibles au dessous du seuil à partir duquel apparaît une perte ou des dommages économiquement inacceptables.

Syn. Protection intégrée. CEB, 2004.

http://www.afpp.net/methodesceb/Répertoire%20terminologique_v2007.pdf

Dans la mouvance des recherches sur la gestion intégrée, des études plus particulières ont porté sur le rôle des modes de pâturages.

Ces recherches et ces opérations sur la conduite de pâture ont su montrer combien les modalités (pilotages) de pâtures peuvent être un instrument habile pour gérer l'évolution des compositions floristiques des parcours et prairies (Anderson, 2004 ; Dimanche M., 1995 ; Bousquet V., 1999 ; Crawley, 1983 ; DiTomaso J.M., 1999 ; Lonsdale, W.M. 1993 ; Magda *et al.*, 2004 ; Meuret et Pradalie, 2002 ; Pinchak *et al.*, 1990 ; Rousset O., 1999 ; Shelev *et al.*, 1991 ; Watson, 1985).

En Guyane, au milieu des années 1980, le constat a été posé qu'il n'y avait pas une seule cause prépondérante pouvant engendrer la dégradation des prairies³⁸. Exemples de constats parus dans diverses publications : Vivier et Coppry (1984) « *La dégradation reflète des pratiques inadaptées [...] choix des espèces fourragères inadapté, absence de fertilisation, surpâturage, rotation incohérente...* ».

Le cortège d'adventices courantes est supérieure à soixante espèces (Béreau et Planquette, 1991), mais certaines sont potentiellement plus dangereuses pour le pâturage, car plus envahissantes, notamment : *Mimosa pudica*, *Mimosa pigra*, *Spermacoce verticillata*, *Rolandra fruticosa*, *Sida* spp. *Solanum* spp. « *Il s'agit d'espèces bien adaptées au milieu, à enracinement profond et puissant ; elles inversent - dès la première erreur technique - les termes de la compétition à leur profit* ». Dès qu'elles apparaissent, la dégradation de la prairie peut être rapide.

Barbier et Andrieux (1985) observaient que les « *pâturages se dégradent rapidement sous l'influence de facteurs liés notamment au milieu, aux méthodes culturales et à la conduite de pâturage* ». Béreau et Sarrailh (1985) indiquaient que « *divers facteurs, milieu, homme, plante, animal, individuels ou combinés jouent un rôle déterminant dans l'évolution de la prairie* » Béreau et Planquette (1991).

« *Outre les conditions pédologiques [de la Guyane...] l'apparition des adventices est sous l'influence de facteurs liés aux méthodes culturales et à la conduite des pâturages* ».

« *Aucune technique simple de lutte contre les adventices n'est efficace, bien souvent il faut en utiliser simultanément plusieurs* » Béreau (1995).

« *Les suivis d'élevage ont permis de mettre en évidence que cette dégradation rapide [des prairies] était sous l'influence de facteurs liés au milieu (climat, texture des sols, fertilité, acidité, tassement, hydromorphie) aux méthodes culturales et à la conduite des pâturages* » Béreau (1995).

Pour Letenneur et Matheron (1991) « *La dégradation est le fait d'actions diverses cumulatives qu'il est difficile d'isoler* » Lorsque des travaux étaient menés sur un facteur unique : le chargement (Dedieu, 1985), l'hydromorphie des sols (Favrot *et al.*, 1987), l'aération du sol (de Larouzière, 1987), les résultats acquis ne pouvaient pas être généralisables en raison des interactions entre les différents facteurs pouvant intervenir sur

³⁸Au début des études sur l'embroussaillage en Guyane, les remarques étaient plus ciblées : « *La zone des savanes aux sols plus ou moins podzolisé, [...] enregistre le plus grand nombre de parcelles dégradées* » (Vivier et Coppry, 1984). *Il se pose un problème de pérennité lié à l'invasion des graminées par des adventices aux systèmes racinaires vigoureux, les plus représentées étant les Carex sp.. Ce problème est très général à toutes les aires à horizons de surface sableux à sablo-argileux (2 à 20 % d'argile.* » (Cabidoche, 1984) « *Si le pâturage s'installe à peu près partout, il se dégrade beaucoup plus rapidement sur les sols à drainage vertical bloqué à faible profondeur.* » (Béreau *et al.*, 1984). « *Les parcelles dégradées apparaissent en plus grand nombre sur la zone de savane...* » (Favrot *et al.*, 1987). ».

l'évolution de la végétation. Toutes les pratiques ayant une influence sur les modes de conduite du pâturage ont commencé à être plus soulignées dans les années 1990. « *Parmi les causes de la dégradation des prairies, le mode d'exploitation est sans doute la plus dominante* » (Letenneur et Matheron, 1991).

Dans la même écorégion, sur le terrain de thèse d'Olivier Topall (2001) au Para, Brésil, Michel Duru (1995) avait proposé comme subhypothèse que : « *la fertilité physico-chimique des sols et son évolution [...] n'est pas forcément le principal déterminant de cette évolution [dégradation des prairies] et qu'en tout état de cause, son poids par rapport aux pratiques agricoles doit être précisé.* ».

Hugues Bergère, Président du SCEBOG, avait réalisé une mission au Para (Brésil) avec Ph. Lhoste, J.F. Tourrand et B. Toutain, en 1993. Il avait relevé une grande diversité dans les modes de conduite du pâturage. A son sens le mode gestion pouvait en grande partie expliquer l'évolution de la végétation des prairies.

A La Réunion, V. Blanfort (1996) a travaillé sur les moyens « *d'évaluer l'influence des pratiques des éleveurs et des facteurs du milieu sur la maîtrise à court terme de la biomasse herbacée et de l'évolution sur un temps plus long de la composition botanique* ». Balent *et al.* (1993) proposent une démarche de diagnostic « *dans le but d'établir un schéma plus généralisable des relations entre l'état des prairies et les pratiques de gestion dans un environnement donné* ». Ces observations et constats nous ont amené à prospecter l'existence éventuelle de conjugaisons et interactions de facteurs en relation avec l'état de la flore et de la végétation du couvert herbacé des prairies.

Notre problématique présentée précédemment a constitué, avec la situation du sujet, la première étape de notre questionnement scientifique (Mace et Pétry, 2000). La deuxième étape se formule par une question (Roland, 2001) ayant comme fondements ceux retenus dans la problématique et qui définit son orientation à partir des savoir-faire et l'état de l'art. La prédominance de l'effet des pratiques sur l'état des prairies dans un contexte qui a fait l'objet de fort bouleversement anthropique (Balent et Stafford, 1991 ; Balent *et al.* 1993 ; Blanfort, 1996) a retenu notre attention.

13. Notre question de recherche

« L'état des prairies peut-il être dépendant de facteurs combinés identifiables et pouvant, au moins pour certains d'entre eux, être ajustables, corrigéables par les éleveurs ? »

De la convergence des travaux publiés, des témoignages des professionnels et de nos propres observations, nous avons noté que dans des milieux qui semblent similaires³⁹, les prairies présentaient des états très divers.

³⁹ Autant sur les aspects historiques, biophysiques, géomorphologiques.

14. L'hypothèse générale retenue

De notre réflexion scientifique, troisième étape suivant Beaud (2006, problème, question, hypothèse) nous déclinons l'hypothèse générale suivante :

« Le contrôle de l'évolution de la végétation des prairies guyanaises dépend de la combinaison de plusieurs pratiques de conduite d'élevage et de pâtures (plus que de paramètres limitants du milieu).

La stabilité et la résilience des couverts herbacés fourragers des prairies peuvent être renforcées par la recherche de structures du couvert prairial évitant le développement et le recrutement de plantules d'adventices.

Des structures fourragères protectrices (et préventives) peuvent être obtenues par : la gestion du territoire, les modalités d'exploitation des prairies et les types de couverts implantés ».

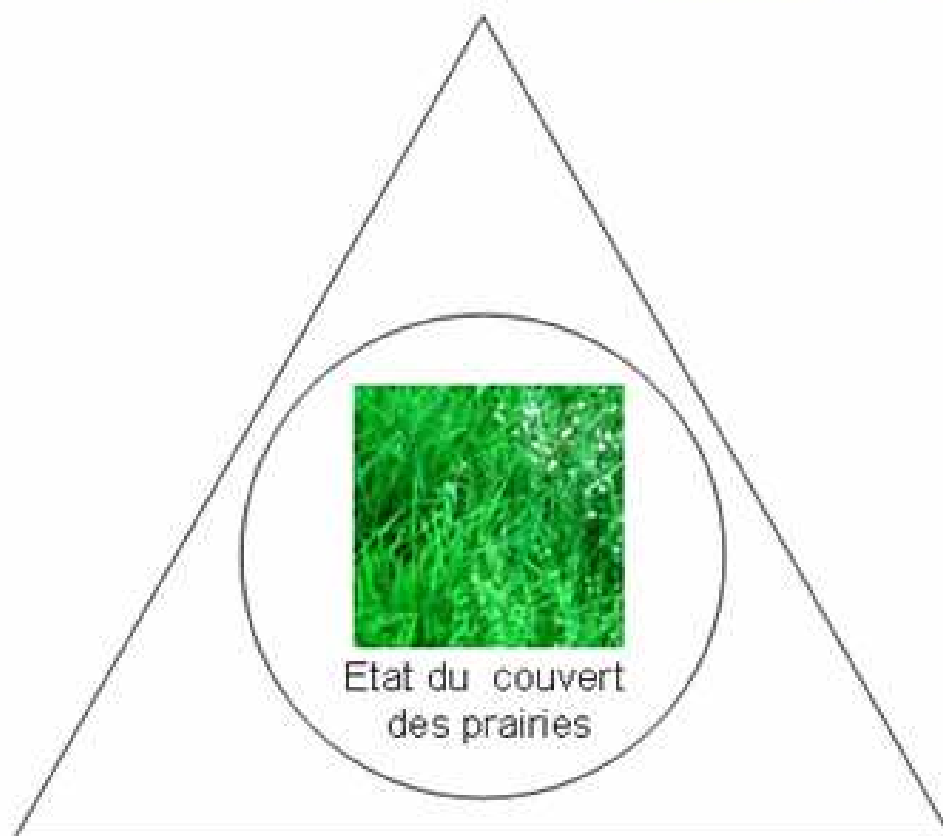
Pour que ce projet d'étude puisse être conduit (ou au moins appuyé) par tous les partenaires, nous avons vérifié s'il se trouvait une réelle pertinence et cohérence entre les différents "porteurs d'enjeux"⁴⁰ ; quelques exemples :

- × Les institutionnels d'Etat (DRAF, Préfecture, ODEADOM) avaient pour objectif prioritaire de favoriser par cette étude le renforcement des différentes tendances des filières herbivores.
- × Les organismes professionnels (Chambre d'Agriculture, Chambre de Commerce et d'Industrie) et collectivités territoriales⁴¹ avaient pour objectif de maintenir des activités rurales viables.
- × Les Organisations de producteurs avaient pour enjeu le plus affiché celui de préserver, voire même sauver, leur capital herbage par des moyens abordables. Un autre enjeu fort, mais peu prononcé, relevait d'une forme de compétition à l'adaptation et l'innovation entre trois réseaux de la filière bovine.
- × La recherche du Cirad-Emvt avait pris une posture ayant trois enjeux majeurs :
 - ↳ La faisabilité d'une recherche impliquée dans le développement,
 - ↳ Démontrer qu'une gestion tenant compte de l'écologie dans la gestion agronomie et d'élevage pouvait renforcer la stabilité des pâtures ayant le moins possible recours à des interventions directes (désherbage, rotobroyage, fertilisation),
 - ↳ La reconnaissance scientifique par la pertinence des résultats et de la démarche de la recherche.

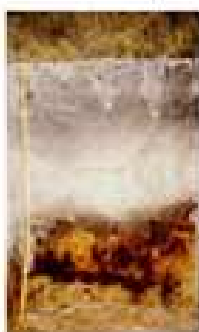
⁴⁰ Les "porteurs d'enjeux" ont chacun dans une situation donnée des enjeux propres. Un "porteur d'enjeux" se définit comme un individu ou un groupe dans ce qu'il est porteur d'objectifs et d'intérêts qui lui sont propres. Il ne défend pas l'intérêt général, ni les intérêts d'autres "porteurs d'enjeux". Il ne lui revient pas non plus de rechercher à équilibrer les enjeux contradictoires des différents "porteurs d'enjeux". Les "porteurs d'enjeux" présents dans un contexte donné ont souvent des intérêts divergents les uns des autres. Ils sont généralement en situation d'inégalité et termes de pouvoir et d'information (Sibieude, 1993).

⁴¹ Le Conseil régional rencontrait par exemple un dilemme particulier : Il n'existe pas de TVA en Guyane ; en revanche il existe des taxes sur les produits importés (octroi de mer). De ce fait, l'importation de viande en Guyane permet d'alimenter directement les caisses du Conseil Régional (CR) tandis que la production de viande locale ne peut alimenter ces caisses que de façon indirecte. L'enjeu primordial retenu pour le Conseil Régional a porté donc plus sur l'emploi en Guyane et sa répartition hors de Cayenne, que sur ses rentrées financières directes.

**Stratégies et Objectifs
Des éleveurs
Leurs modes d'organisation**



**Types de couverts
+
Facteurs biophysiques**



**Pratiques de conduites
Des herbages
Du bétail**



Figure °33 : Position de l'objet de recherche dans l'étude.

15. De l'objectif commun à l'objet de recherche

Tous ces enjeux reposaient sur un objectif commun en adéquation avec notre problématique, question de recherche et hypothèse :

L'objectif de cette étude pour le développement était d'identifier des modes de gestion et d'entretien (par pratiques appliquées en synergie), économes en intrants.

Modes de conduite des herbages et de l'élevage dans son ensemble pouvant maintenir, pérenniser, le couvert végétal fourrager des prairies et proposer pour cela des repères⁴² ou outils⁴³ d'aide à cette conduite et gestion des prairies.

L'objet de recherche :

Notre objet de recherche est concentrique. Son centre de gravité repose sur la composition spécifique des prairies. Pour l'étudier, nous avons considéré comme facteurs d'étude ceux qui peuvent jouer sur les changements d'Etat des couverts herbagers (Voir figure n°33). Son étude nécessite plusieurs niveaux : du couvert herbacé, aux parcelles, aux élevages et à leurs modes d'organisation.

⁴² Suivant les métiers et disciplines mérite un ajustement sémantique : Repère ou : indicateur, paramètre, attribut.

⁴³ « Ces outils ont comme objectif une aide au raisonnement et non une prescription » (Duru et al., 1994).

2. Fondements et Cadre Théorique

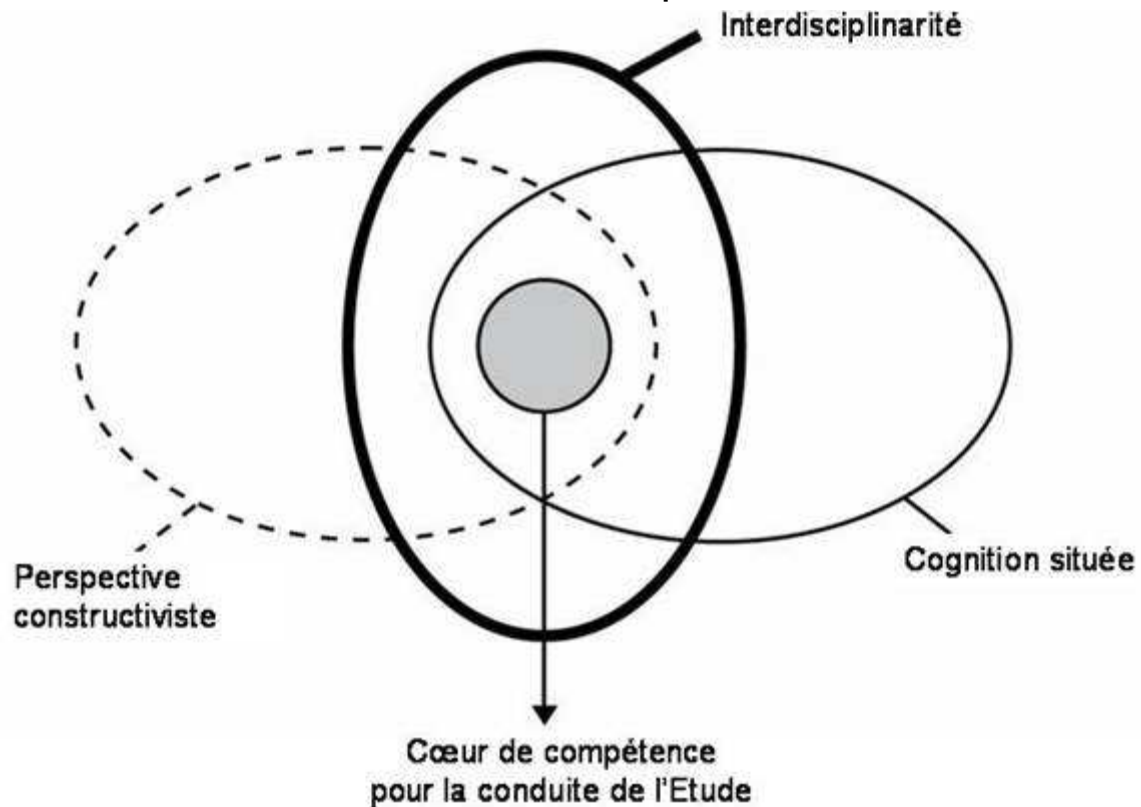


Figure n°34 :
Cadre de construction du processus de l'Etude (d'après le schéma de Jonnaert *et al.*)

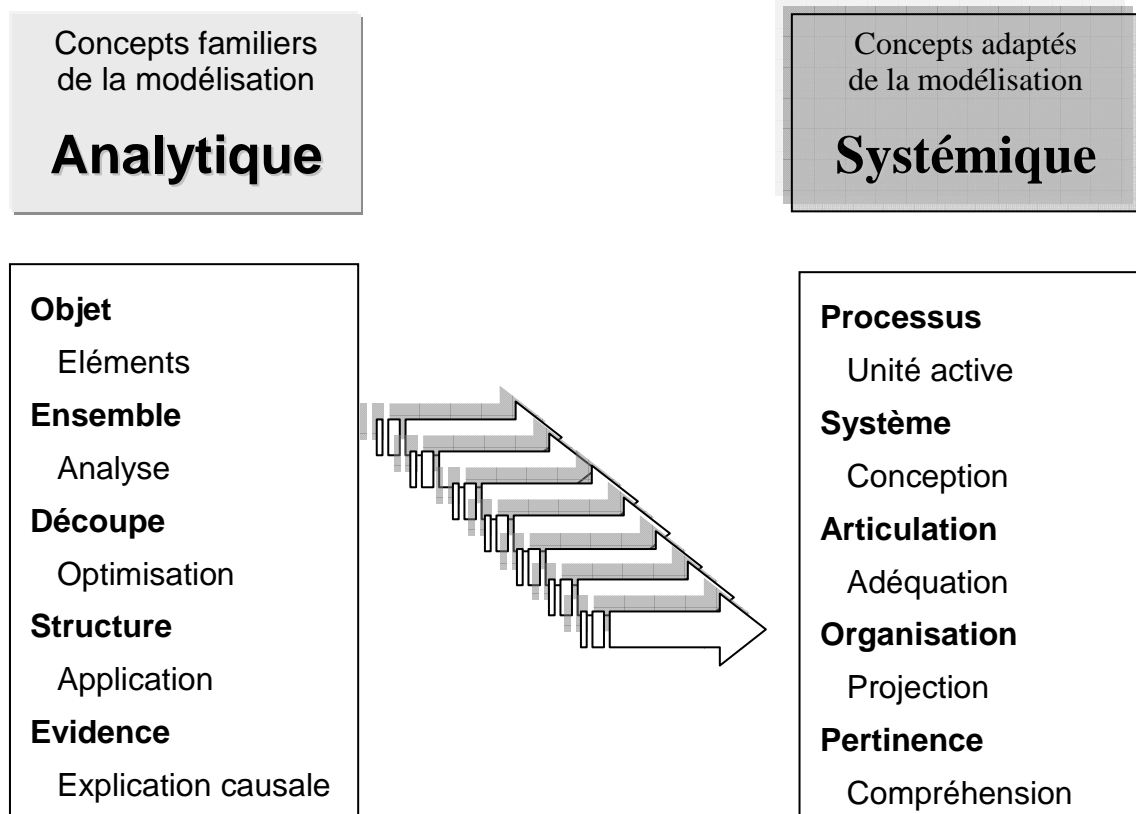


Figure n°35 : Les deux registres de la modélisation

(Schéma de Le Moigne, 1990 ; adapté par Blanfort, 1996)

21. Les approches retenues

La démarche systémique⁴⁴ a été retenue afin d'expliquer la dégradation du couvert végétal fourrager par la prise en compte des interactions entre les différents facteurs et éléments constitutifs de la prairie. L'approche systémique est une « une approche qui se veut plus synthétique [que celle analytique] qui reconnaît les propriétés d'interaction dynamique entre éléments d'un ensemble, lui conférant un caractère de totalité » (Brossier, 1987 ; Brossier *et al.*, 1990). La théorie des systèmes pose les bases d'une pensée de l'organisation. La première pertinence de la systémique est que « le tout est plus que la somme des parties ». Cela signifie qu'il existe des qualités émergentes, c'est-à-dire qui naissent de l'organisation d'un tout, et qui peuvent rétroagir sur les parties. Toutefois, le tout est également moins que la somme des parties car les parties peuvent avoir des qualités qui sont inhibées par l'organisation de l'ensemble (Morin, 2000). Donc comme Blanfort (1996), nous avons opté aussi pour des études analytiques spécifiques pour relever des causalités particulières (Cf. figure n° 35).

Pour tenir compte de l'apport systémique et analytique dans un processus de construction de la connaissance nous avons aussi adopté une démarche constructiviste. Elle a pour objectif de produire des connaissances actionnables, "qui marchent", le constructivisme reconnaît la pertinence des disciplines "appliquées" comme l'ingénierie et le management (Le Moigne, 1994). Granger et Balent (1994) considèrent que « *la diversité et la complexité des prairies permanentes en font un objet d'étude adapté à une approche systémique* ». Pour notre étude nous avons considéré les prairies implantées pâturées en Guyane, comme des systèmes à analyser par une démarche constructiviste. Elles se caractérisent par des :

- ↳ composantes structurelles : limites spatiales et mêmes temporelles (elles sont implantées à une date donnée et à un certain stade de dégradation, elles peuvent disparaître),
- ↳ éléments constitutifs : le sol, la végétation, le bétail et l'homme qui ont des aspects fonctionnels (flux et interactions entre eux)⁴⁵.

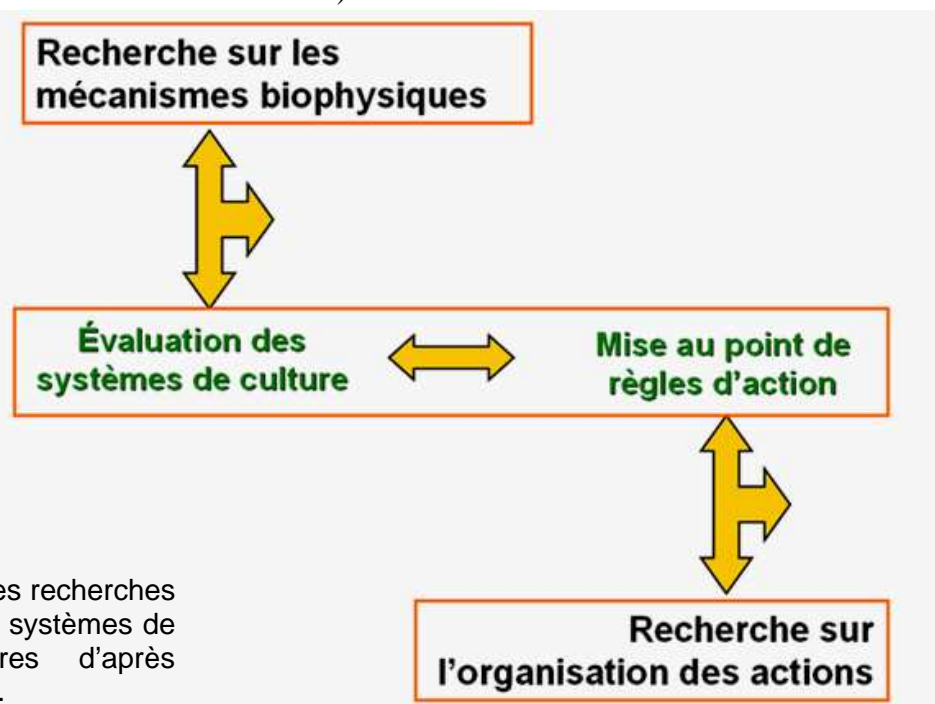


Figure n°36 :

Inter connexions des recherches appliquées pour les systèmes de productions agricoles d'après Thierry Doré (2001).

⁴⁴ Le système fait référence à un assemblage d'éléments fonctionnant de manière unitaire et en interaction permanente. En grec *sustēma* signifie ensemble. Ce mot provient du verbe *synistanai* (grec) qui veut dire combiner, établir, rassembler.

⁴⁵ D Sauvart, INAPG, communication personnelle, 1997.

22. Transdisciplinarité

La transdisciplinarité a été pour nous une posture scientifique et intellectuelle qui se situe à la fois entre, à travers et au-delà de toute discipline, même si nous avons notre centre de gravité situé en agronomie. Déjà dans ce champ disciplinaire, nous pouvons décliner l'agronomie des faits et l'agronomie des actes⁴⁶ (Figure n° : 36).

La transdisciplinarité est aussi à considérer comme un processus d'intégration et de dépassement des disciplines qui a pour objectif la compréhension de la complexité du monde moderne et présent, ce qui constitue en soi une étape importante de légitimité (Morin, 1981). Elle a été pour nous comme une forme d'attitude, ce qui peut sembler cohérent pour faire progresser une « recherche impliquée ». En aucun cas il n'a été question pour nous d'établir un supra discours pour une méta-science qui aurait pour prétention d'expliquer la complexité en se positionnant comme une nouvelle épistémologie des disciplines actuelles, telles que conçues actuellement.

Nous avons ressenti cette nécessité de transversalité car nous avions besoin de compétences (tenues par des personnes) ou d'outils qui se trouvaient dans des champs scientifiques dépassant celui de l'agronomie (au sens large, élevage et forêt compris). Cette situation s'expliquait autant par un besoin provenant du mode de conduite de notre « recherche impliquée » (comprendre par exemple le ressenti des partenaires), que pour étudier les relations explicatives à l'évolution des prairies (en cela l'écologie nous a apporté des grilles d'analyse fondamentales comme celles des perturbations, successions). Nous respectons néanmoins la légitimité des cœurs disciplinaires. Pour reprendre la métaphore du Prix Nobel de chimie, Jean-Marie Lehn (2002), si chaque champ scientifique est un arbre, leur rencontre entre eux se fait par le feuillage qui pourra être d'autant plus important que chaque arbre a de puissantes racines. Concernant notre étude, il s'avérerait pragmatique de savoir passer ces frontières disciplinaires. Nous avons, pour notre étude, tenté d'adapter, trouver un contour des sciences qui nous convenait le plus pour progresser. En cela, nous nous inscrivons dans les appels et démarche de Bertrand Hervieu (2002) Chantal Blanc-Pamard⁴⁷ & André Lericollais (1985, 1986), Marcel Jollivet (Jollivet et Pena-Vega, 2002), Jean Boiffin (Boiffin *et al.*, 2004), Bernard Hubert (2001) pour savoir rendre en synergie des champs de connaissances au service d'une recherche pour l'action et le développement. Ces passages de frontières comme l'indiquait Marcel Jollivet (1992) nous ont permis de construire notre réflexion, stratégie et base de connaissances dans un cadre de repères ; cadre de repères et de compétences initiales qui s'inscrivait dans l'agronomie et plus particulièrement dans l'agropastoralisme.

221. Recours aux Sciences humaines

Notamment celles dont le GERDAL⁴⁸ a eu recours pour nous montrer l'importance du "sens" à travers les pratiques des paysans, cultivateurs, éleveurs (Darré, 1996 ; Darré, 1997 ; Darré *et al.*, 2004). Ces connaissances nous ont permis de saisir aussi l'importance du positionnement social sur les choix techniques et les pratiques employées (Dupré, 1991 ; Darré, 1991) : travaux en Sciences humaines qui apportent un éclairage sur la dynamique des savoirs locaux et des savoir-faire ; Eclairages qui sont aussi dirigés sur les conditions d'évolution des "fonds culturels techniques communs" ; Apports qui se sont révélés indispensables pour conduire notre étude en commun avec nos partenaires.

⁴⁶ Communication personnelle avec Bernard Hubert en 2001.

⁴⁷ Et aussi Blanc-Pamard (1993) ; Blanc-Pamard et Boutrais (1994).

⁴⁸ Groupe d'expérimentation et de recherche : développement et actions localisées (GERDAL)

Les résultats de nos recherches ne pouvaient trouver une orientation qu'en s'instruisant dans les flux de connaissance locaux. Nous avons donc tenté de prendre en compte (au mieux) des modalités de diffusions du savoir dans le développement agricole et notamment à travers les réseaux du secteur de l'élevage en Guyane (Darré, 1996 ; Lemery, 1995 ; Lemery, 2003 ; Remy *et al.*, 2006). Les recherches réalisées en matière d'innovation en milieu rural nous ont aussi permis de discerner certaines dynamiques de savoirs en émergence (Akrich 2002 ; Alter, 2000 ; Callon, 2003 ; Chauveau *et al.*, 1993, Huguenin, 2006).

La continuité et la complémentarité territoriale intra Guyane (ex. de la position du seul abattoir à Cayenne), celles avec l'Europe et l'écorégion (notamment frontalière : Brésil et Surinam), nécessitent aussi une lecture sur les flux, les perceptions et les ressentis en matière : de production, d'activités commerciales (et touristiques), d'équité et de maintien social.

Les porteurs d'enjeux de notre étude se trouvaient dans une « plateforme » en recherche de complémentarités entre le rural (dont la pêche), la nature (Amazonie française, Parc National⁴⁹, le tourisme vert), le minier (or), les hautes technologies (CSG). Ils ont pour finalité d'éviter des dérives non réversibles sur le plan territorial et sur le plan sociétal, avec chacun leur priorité suivant leurs perceptions entre la nature le rural et l'urbanisation (Jollivet, 2001). Notre « projet d'études actions » conduit en « recherche impliquée » nécessitait non seulement une "rationalité scientifique & technique" et la "rationalité paysanne", mais aussi des systèmes de savoirs et de sens qui se confrontent. Notre sensibilisation aux acquis des sciences humaines nous a permis de tenir compte des savoirs et « savoir-faire » des éleveurs et agents du développement. Savoirs qui se sont révélés indispensables pour ajuster nos recherches afin de construire en commun des applications, des règles d'appréciations⁵⁰.

Au carrefour de ces savoirs, rationalités et perceptions, nous nous sommes trouvés dans une position stratégique ; position qui s'est transformée en rôle de médiateurs, traducteurs d'un langage à l'autre (Lavigne Delville, 1990). Cela nous a amené à développer une posture "d'empathie – constructive" au sens des travaux sociologiques anglo-saxons dit du "Care" (Tronto, 1987) pour saisir les savoirs très divers empiriques et les traduire dans un fonds culturel commun.

Olivier de Sardan & Paquot (1990) posent comme problématique sur le sujet : "Savoirs populaires et agents de développement", les savoirs techniques locaux témoignent d'un faisceau d'objectifs et de contraintes, auxquels ils répondent plus ou moins bien, et auxquels les innovations techniques vont se confronter, d'où l'intérêt de connaître ces savoirs et ces savoir-faire, qu'ils soient techniques ou sociaux. Il ne s'agit pas pour autant de mythifier les savoirs populaires, qui sont multiples, hétérogènes, diversement efficaces.

Porte-parole des savoirs technico-scientifiques, les agents de développement (et de recherche) doivent pour être efficaces devenir des médiateurs entre ces deux systèmes de savoir. Il ne s'agit pas là de traduire simplement des messages techniques en langues locales mais de participer à la négociation informelle, aux confrontations de stratégies et de logiques qui se jouent autour de l'intervention. Si c'est de fait la pratique des plus expérimentés d'entre eux, la formation à l'enquête qualitative, à l'écoute des savoir-faire et des pratiques locales, peut aider les agents à une meilleure connaissance de leurs interlocuteurs et à mieux jouer leur rôle.

⁴⁹ de Malet, 2006.

⁵⁰ Afin d'éviter les « RANA » : Recherches Appliquées Non Applicables (Latour, 1995)

222. Conjugaisons de règles de l'écologie et de l'agronomie

Au sein même de l'agronomie, les approches classiques de la recherche ont tendance à séparer la zootechnie et l'agronomie fourragère de la prairie (Hubert, 2004). Notre objet de recherche donnait justement « sens » à un continuum entre ces deux domaines.

Antérieurement le fossé entre les recherches en agronomie et en écologie avait été plus important. Actuellement la tendance semble se combler peu à peu. Les progressions en matière de recherche agronomique et écologique étaient conduites de façons parallèles, voire même divergentes (Deléage, 1991).

Dans le domaine de la gestion des parcours, des pâturages et de l'agropastoralisme, une convergence était admise par de nombreux auteurs⁵¹, dont les débats ont débuté dès l'émergence du concept d'écosystème. Pour Tansley, qui a défini le concept d'écosystème⁵² en 1935, il faut « *tenir compte des facteurs biotiques et tout particulièrement de l'homme* » (Deléage, 1991). Il rejetait la démonstration qui était en cours à son époque, selon laquelle il fallait conférer deux statuts différents au broutage des herbivores sauvages et à celui des herbivores domestiques. Le premier aurait eu un rôle progressif dans son développement jusqu'au climax *bison-bouteloa*, et le deuxième aurait eu un rôle purement régressif.

« Une activité de broutage suscité par un élevage peut détruire un écosystème, mais elle favorise du même coup l'apparition d'un nouvel écosystème, qui doit d'ailleurs le plus souvent être maintenu par une intervention humaine contre des plantes jugées nuisibles ou contre divers prédateurs des animaux domestiques » (Deléage, 1991).

Des recherches plus récentes montrent aussi la pertinence de conjuguer le domaine agropastoral aux études écologiques : Granger et Balent (1994) qualifient la prairie de système écologique prairial « *caractérisé par des aspects structurels et fonctionnels. [...] La particularité des systèmes écologiques prairiaux tient au fait que l'homme en conditionne le fonctionnement* ».

Nous avons donc considéré les prairies implantées comme des écosystèmes issus et pilotés par des pratiques agronomiques, que nous avons qualifiés plus précisément d'agro-écosystèmes prairiaux. En cela nous rejoignons plusieurs travaux conduits en :

- France métropolitaine (Gueugnot, 1993 ; Balent *et al.*, 1993 ; Balent et Gibon, 1999 ; Baudry, 1991 ; Bornard, 2004 ; Daget, 2000 ; Dupraz, 2005 ; Poissonet *et al.*, 1992 ; Rousset, 1999),

- Région chaudes : à La Réunion (Blanfort, 1996), au Brésil (Topall, 2001), dans les llanos d'Amérique du sud (Rippstein *et al.*, 2001).

⁵¹ Audru, 1965 ; Audru et Boudet, 1964 ; Audru *et al.*, 1987 ; Balent et Duru, 1984 ; Balent, 1987 ; Bille *et al.*, 1967 ; Bille, 1970 ; Boudet, 1973 ; César, 1976 ; Daget, 1978 ; Daget et Poissonet, 1969 ; Gibon, 1981 ; Guinochet M., 1973, Koechlin 1961 & 1963 ; Loiseau *et al.*, 1984 ; Loiseau *et al.* 1988 ; Peyre de Fabrègues, 1965 ; Van Andel et Van den Bergh, 1987...

⁵² Un écosystème désigne l'ensemble formé par une association ou communauté d'êtres vivants (ou biocénose) et son environnement géologique, pédologique et atmosphérique (le biotope). Les éléments constituant un écosystème développent un réseau d'interdépendances permettant le maintien et le développement de la vie. Certes, contrairement à Tansley, l'écosystème a souvent été pris dans un esprit strictement naturaliste (métaphore du verre d'eau) (Hubert, 2004) en réalité, l'écosystème doit être perçu par une lecture topocentrique et non géométrique. La notion de frontière délimitée n'a pas de sens pour une écologie fonctionnelle. Ainsi pour tenir compte des imbrications d'écosystèmes, des changement de niveaux prenant en compte les continuum, biogéographiques et des zones d'enchevêtrement entre biomes, le terme d'écocomplexe est parfois utilisé (Blandin, 1992 ; Blandin & Lamotte, 1988).

223. L'agroécologie

2231. *Considération sur l'agroécologie*

Encadré n° 2 : Des chapitres introductifs de l'ouvrage classique "L'agroécologie, base scientifique de l'agriculture alternative", par Miguel Altieri (1983), nous avons souligné les considérations suivantes :

1 - Le terme agroécologie fait référence aux écosystèmes.

Les caractéristiques des écosystèmes recouvrent des éléments comme le cycle des nutriments, la régulation des populations, les flux d'énergie, et la notion d'équilibre dynamique. Ces caractéristiques s'appliquent aux écosystèmes naturels et, en des formes très altérées, aux écosystèmes anthropiques, c'est-à-dire aux écosystèmes agricoles. L'ampleur des différences entre les écosystèmes naturels et les agro-écosystèmes dépend principalement des interventions humaines qui se caractérisent généralement par leur degré d'intensification, et par le niveau de perturbation qu'elles induisent dans l'équilibre (naturel). Le degré d'intensification et le niveau de perturbation doivent être considérés comme la résultante des pressions sociales et économiques qui s'exercent sur les acteurs humains dans les agro-écosystèmes.

Cette intensification croissante est très clairement visible dans les innovations techniques en agriculture, souvent inventées sous la pression économique pour une plus grande efficacité. Les innovations requièrent souvent l'uniformité (des cultures, de la gestion du sol), ce qui éloigne de plus en plus l'agro-écosystème de l'écosystème naturel.

2 - L'interdépendance entre les dynamiques sociales et naturelles illustre clairement le fait que l'étude ou la modification des systèmes de production agro-écologiques doit prendre en compte à la fois les sciences de la nature et les sciences sociales.

Elle explique aussi pourquoi un système d'information consacré à l'agroécologie doit largement reposer sur des informations locales : il doit représenter la combinaison locale des conditions sociales, techniques et naturelles.

Quelques repères sur la toile : <http://www.agroecology.org/> - <http://www.agroeco.org/>
<http://www.cnr.berkeley.edu/~agroeco3/index.html> - http://www.cnr.berkeley.edu/~agroeco3/what_is_agroecology.html
<http://cnr.berkeley.edu/espm/index.html> - <http://nature.berkeley.edu/~agroeco3/sane/index.html>
<http://www.ccma.csic.es/dpts/agro/agro1.htm> - <http://agroecologie.cirad.fr/index.php> - <http://www.inra.fr/dpenv/estevc36.htm>

L'agroécologie

"Toute modification technologique dans le système de production entraîne des modifications dans l'importance économique des phytophages, cette importance pouvant aussi bien augmenter que diminuer. Une modification technologique qu'on doit toujours prendre en considération est la réorganisation des écosystèmes de culture, par exemple par l'association des cultures (ce qu'on appelle "intercropping, mixed cropping, alley cropping, agroforestry, etc.") mais aussi par le contrôle des mauvaises herbes dans les cultures. Avec la réorganisation des écosystèmes, on tente d'influer sur les conditions de vie des phytophages de telle sorte que leur infestation en soit considérablement diminuée et les animaux utiles protégés. Récemment on a poursuivi cette idée en y introduisant d'autres aspects de la production, à savoir l'agroécologie, nouvelle discipline qui doit constituer la base d'une agriculture durable. On attend de l'agroécologie les bases d'un système de production de longue durée sans dégradation des ressources naturelles, c'est-à-dire le cadre d'une application d'une technologie à faibles intrants qui améliore la fertilité du sol, exploite mieux les ressources hydriques, pousse le recyclage à son point maximum, encourage la lutte biologique contre les organismes nuisibles, diversifie la production, etc. La protection des plantes n'y a plus sa place habituelle, il ne s'agit plus seulement de protéger une culture mais d'éviter la pullulation des phytophages. En matière de prévention, l'entomologiste ne dispose au fond que de 3 domaines possibles à savoir la lutte biologique, la résistance des plantes, les mesures culturales au sens large, alors que la résistance constitue de matière traditionnelle le domaine de recherche du généticien. Par des mesures culturales, l'entomologiste veut interférer dans le comportement des phytophages, c'est-à-dire qu'il veut réduire la natalité et augmenter la mortalité " (Chaubet, 1992) ; URL : <http://www.inra.fr/dpenv/chaubc18.htm>

Dans le registre des sciences de la nature, la synergie entre agronomie et écologie nous a permis de progresser sur notre objet de recherche. En agropastoralisme nous avons vu qu'il existait souvent une cohésion entre pâturage et écologie. Toutefois, compte tenu de notre contexte de prairies implantées à partir d'écosystèmes très bouleversés, totalement perturbés, nous nous sommes intéressés au cadre théorique de l'agroécologie, entre agronomie et écologie : vers la gestion d'écosystèmes cultivés (Dupraz, 2005).

La notion d'agroécologie a émergé tout d'abord comme une expression "d'agriculture alternative" ayant une dimension écologique et dont les objectifs sont de :

- développer des stratégies globalisantes visant à optimiser l'ensemble des ressources des agroécosystèmes ;
- s'appuyer autant sur le savoir-faire empirique des populations locales que sur les connaissances abstraites acquises à l'extérieur (dont l'approche scientifique pour aider à objectiver et à rationaliser ce savoir-faire).

Ces stratégies reposent sur le rôle important des associations culturelles et culturelles (Cavelier, 1990).

Dans son acception générale, l'expression "agriculture alternative" traduit la volonté de trouver des méthodes agricoles qui évitent ou limitent l'usage de produits chimiques (au sens de l'agriculture intégrée⁵³) et qui sont associées à de nouveaux systèmes de production : "cette approche tend à établir des modèles pérennes dont les fonctions sont liées à la :

- i) sauvegarde de l'outil essentiel de production qu'est la terre enchâssée de son écrin naturel,
- ii) restitution d'un meilleur équilibre entre la part d'autonomie individuelle et/ou communautaire et la part d'interdépendance avec l'extérieur " (Cavelier, 1990) ".

"L'agriculture alternative" est issue du concept d' "*ecological farming* " des anglo-saxons, souvent synonyme d' " agriculture alternative. "*Alternative*" est un adjectif qui signifie en anglais, la recherche d'une solution de remplacement, acception qui est peut être discutée, sur un plan sémantique, car en français l'adjectif "alternatif" inclut soit la notion de choix, de dilemme, soit la notion d'alternance, de successions d'états ou de phénomènes opposés. Dans le cas de l'agriculture "alternative", il s'agit bien du remplacement d'une forme d'agriculture dominante par une forme privilégiant des procédés inspirés par l'écologie : l'agroécologie. Quant à l'écoagriculture, prise dans une acception large : « la meilleure prise en compte de l'environnement dans les procédés agricoles ». Ce concept a été utilisé au Québec dans les années 1990 par le ministère de l'Agriculture (MAPAQ) sous le terme synonyme d' "écoagriculture" (Estevez et Domon, 1999).

L'agroécologie peut être considérée comme l'une des bases de la recherche pour une (ou des) agriculture(s) " alternative(s) " (Altieri, 1986). (Voir encadré n° 2). Cette expression prend aussi un sens emprunté au domaine économique où sont favorisés des cultures, des élevages et des produits fermiers non classiques, la transformation des produits à la ferme, le tourisme et d'autres services connexes de l'exploitation agricole, et la vente directe et le développement de stratégies de marketing (Gold, 1994). C'est ce sens que l'on retrouve aussi en français dans certains textes d'économistes, où "agriculture alternative " traduit la diversité des systèmes de production (Colson, 1986).

⁵³ La " production intégrée " est définie par l'OILB comme étant un système de production qui assure une agriculture viable sur le long terme, qui fournit des aliments de qualité et d'autres matières premières en utilisant au maximum les ressources et les mécanismes de régulation naturels et en limitant le plus possible les intrants dommageables à l'environnement. L'objectif est d'obtenir une récolte qualitativement optimale par des techniques culturales satisfaisant des exigences économiques, écologiques et toxicologiques (Viaux, 1997 ; Viaux, 1999).

2232. Les principaux axes de l'agroécologie⁵⁴

que nous retenons de ce nouveau contour des sciences

L'agroécologie est une discipline scientifique qui utilise la théorie écologique pour étudier, concevoir, gérer et évaluer les systèmes agricoles qui sont productifs, mais aussi la conservation de ressource.

La recherche agroécologique considère que les interactions de tous les composants biophysiques, techniques et socio-économiques importants du système agricole sont à considérer comme des unités fondamentales d'étude, où des cycles minéraux, des transformations d'énergie, des processus biologiques et des rapports socio-économiques sont analysés dans l'ensemble d'une façon interdisciplinaire.

L'agroécologie est concernée par la maintenance d'une agriculture productive qui supporte des rendements et optimise l'utilisation de ressources locales en réduisant au minimum les impacts environnementaux et socio-économiques négatifs de technologies modernes. Dans des pays industriels, l'agriculture moderne avec son rendement maximisant des technologies avec un fort niveau d'intrants et des externalités élevées ne servent pas souvent les besoins de producteurs et des consommateurs.

Dans les pays en développement, en plus de la dégradation environnementale, les options techniques modernes basées sur de nombreux intrants rendent leurs populations dépendantes d'importation d'intrants et d'outils. Cette technicité accrue porte essentiellement sur des produits destinés à l'exportation. Cette situation agricole a pour conséquence d'affaiblir la souveraineté alimentaire de ces pays.

L'agroécologie propose de prospecter vers des technologiques et approches de développement aptes à prévoir les besoins agricoles de générations présentes et futures sans épuiser notre base de ressource naturelle. Cette approche est plus apte à saisir les complexités des agricultures locales qui incluent les propriétés de pérennité à caractère écologique, la sécurité d'alimentation, la viabilité économique, la conservation de ressource et l'équité sociale, aussi bien que la production accrue pour une souveraineté alimentaire.

Mettre des technologies agroécologiques dans la pratique exige des innovations technologiques, des changements de politiques agricoles, des changements socio-économiques, mais surtout une compréhension plus profonde des interactions à long terme complexes parmi des ressources, les gens et leur environnement.

Atteindre cette agriculture de compréhension doit être conçu comme un système écologique aussi bien qu'un homme a dominé le système socio-économique. Une nouvelle structure interdisciplinaire pour intégrer les sciences biophysiques, l'écologie et d'autres sciences sociales est indispensable.

L'agroécologie fournit une structure en appliquant la théorie écologique à la gestion d'agroécosystèmes selon la ressource spécifique et des faits socio-économiques et en fournissant une méthodologie pour faire les connexions interdisciplinaires exigées.

L'agroécologie ...

" ...est une science intégrée qui cherche à comprendre les flux d'énergie, d'information et de matière dans les agro-écosystèmes en vue d'optimiser les extrants tout en minimisant l'utilisation d'intrants extérieurs et en évitant l'exploitation minière ou polluante des ressources naturelles " (Altieri, 1986 ; 1989).

...est une agronomie qui tient compte du fonctionnement de l'écologie et de règles socio-anthropologiques (MacRae *et al.*, 1989). L'agroécologie se définit aussi pour certains auteurs comme une agronomie des techniques agricoles qui non seulement fait appel à l'écologie des systèmes naturels, mais aussi à la dimension sociale et aux facteurs structurels, des aspects souvent négligés par l'accent mis sur les aspects techniques (Allen *et al.*, 1991 ; López, 2006).

⁵⁴ A partir notamment des travaux et écrits suivant : Altieri, 1986 ; Altieri, 1995 ; Balent *et al.*, 1993 ; Botkin & Keller, 2004 ; Blanford, 1996 ; Carrol, 1990 ; Gliessman *et al.*, 1981 ; Gliessman, 1990 ; Guijt, 1998 ; Delucchi, 1991 ; Sevilla-Guzmán & Martínez Alié, 2004.

Perturbation

L'étude de la dynamique des écosystèmes pâturés, des prairies pâturées, a recours au concept écologique de "perturbation", défini classiquement comme un changement dans les conditions d'une population ou d'une communauté causé par un phénomène ou agent extérieur, induit souvent par l'homme (Van Andel et Van Der Bergh, 1987 ; Renne et Tracy, 2006). Ces écologues définissent un phénomène de perturbation dans un écosystème comme un facteur, élément, induisant un changement dans des systèmes biologiques qui interfère avec leur modalité de fonctionnement ayant atteint un niveau d'auto régulation. Toutefois il s'avère nécessaire d'éviter la confusion d'une terminologie trop multiple qui se révèle souvent source de confusion dans les domaines de la biologie et de l'écologie (Blanfort, 1995).

Harpper en 1982, indiquait qu'il fallait être prudent dans la déclinaison de terme qui peuvent paraître proches : "disturbance", déséquilibre, stress, dans leur usage pour décrire des situations et contextes écologiques, afin d'éviter la confusion entre causes et effets (Rykiel, 1985).

Concernant notre étude, nous associons le terme de "perturbation" à une cause (force physique, agent, ou processus, biologique ou abiotique) mesurée par un effet (Réponse d'un élément d'un système écologique à un autre processus indiqué par une déviation par rapport à un état de référence).

En 1987, Van Andel et Van Der Bergh avaient établi une synthèse sur les écrits concernant le concept de perturbation. Ils ont cherché à caractériser les perturbations par leur nature, fréquence, intensité et échelle :

× Nature :	Dépend du facteur d'environnement concerné (biotique ou abiotique)
× Intensification :	Déterminée par l'écart entre le nouvel état et l'état régulé
× Fréquence :	Pérennité, régularité (irrégularité) et durée
× Echelles :	Spatiale et temporelle et niveaux d'organisation concernés.

Perturbation, succession, résilience

Les pratiques sont à assimiler à des perturbations ou des facteurs de régulation. Dans notre démarche, les pratiques sont assimilées à des facteurs de l'environnement qui modifient le fonctionnement des systèmes prairiaux gérés par l'homme (Balent, 1987). Les prairies sont alors considérées comme des systèmes perturbés ou régulées par les pratiques des éleveurs (Blandin, 1986). La phase de diagnostic consiste alors à mesurer l'écart entre un état normal (régulé) et un état observé induits par des changements dans les écosystèmes pâturés. Ceci implique de passer de la notion classique d'indicateurs à celle de descripteurs du fonctionnement, fournissant des indications d'ordre fonctionnel et constituant de véritables instruments de gestion (Blandin, 1986). Ces indicateurs sont sensés pouvoir établir le diagnostic de l'état présent et de prévoir l'évolution la plus probable à partir desquels peut s'élaborer une aide à la décision.

La connaissance de l'organisation écologique des couverts prairiaux implique plus que la simple comparaison de leur état à un état de référence souhaité par l'éleveur. La mesure porte d'abord sur un écart à un fonctionnement, une évolution réglable. La mesure porte d'abord sur un écart à un fonctionnement de référence occasionné par des changements dans les pratiques. Son amplitude renseigne sur la stabilité et la résilience de l'écosystème pâturé vis-à-vis de modifications dans les pratiques de gestion.

Un écosystème est constamment soumis à des perturbations, leur réactivité dépend de leurs caractéristiques de stabilité et leurs aptitudes de résilience qui répond à des gradients environnementaux (Rykiel, 1985). Les prairies évoluent le long de gradients écologiques relativement larges du fait de la variabilité au niveau biophysique et au niveau des pratiques des élevages. Des pratiques régulières en intensité et en fréquence constituent ainsi un régime de perturbation faisant partie intégrante de l'écosystème pâturé, Rykiel désigne cette situation de *"stimuli normaux"*. Un des exemples depuis longtemps décrit concerne la place et le rôle du feu dans les écosystèmes herbacés désignaient de pyroclimax (César, 1992 ; Hook, 1971 ; Koehlin, 1971). En revanche, si une perturbation change en nature, en intensité, ou dans son rythme d'application, alors elle constitue une perturbation capable d'affecter l'organisation du système prairial (Granger et Balent, 1994).

La signification d'une perturbation est indissociable à des notions de stabilité et de résilience (Holling, 1973), soit comme un état potentiellement régulé obtenu sous des conditions optimales, soit simplement accepté comme un état préexistant par rapport à sa position dans sa dynamique d'évolution. (Rykiel, 1985). Blandin en 1986, indiquait deux courants théoriques distincts : celle des théories climaciques (Lepart et Escarre, 1983), et celle des théories relevant de stratégies adaptatives ne considèrent plus l'écosystème comme un état transitoire, mais comme une étape dans le déroulement d'une histoire spécifique qui s'inscrit dans une logique d'éléments de force apte à construire ses forces de résilience (Holling, 1996).

De la perturbation à la succession

La dimension temporelle dans les études de la végétation est indissociable du concept de "dynamique de végétation" qui nous préoccupe dans notre étude. La notion de succession a longtemps été en écologie liée à la théorie des étapes dirigées vers un climax, jusque dans les années 1950 (Clements F., 1949). L'intérêt de la recherche en écologie s'est depuis porté sur des objets spécifiques comme les pâturages, les zones perturbées qui sont en réalité des situations assez fréquentes (Lepart et Escarre, 1983).

Les conceptions de la successions évoquent les modèles de "tolérances" (les espèces qui arrivent après les pionnières peuvent s'installer car elles ont des exigences en ressources intérieures) et "d'inhibition" (les premières espèces interdisent durant toute la durée de leur vie l'installation des suivantes) des espèces les unes par rapport aux autres (Fily, 1991). Concernant les couverts prairiaux, la disponibilité en propagules intervient également dans l'influence des communautés végétales voisines, cette situation peut être désignée comme des "règles d'assemblages" (Fily et Balent, 1992).

Pour qualifier et synthétiser cette notion de "succession", nous la désignons les phénomènes de colonisation et les changements dans le temps de la composition floristique d'une station après qu'une perturbation (d'origine naturelle ou anthropique) ait détruit partiellement ou totalement l'écosystème préexistant. La dynamique interne et celle corrélative au milieu sont prises en compte (Blanfort, 1996).

En référence au concept de perturbation, nous retenons aussi la définition de MacMahon (1981), « *une succession est un changement dans la physionomie, la composition floristique, ou la proportion relative des espèces sur une portion de territoire, dans un intervalle de temps modéré, à la suite d'une perturbation* ». La succession se rapporte donc à un intervalle de temps de temps court, alors que l'évolution caractérise des changements à long terme (MacMahon, 1980). L'échelle de temps de la succession (de quelques années jusqu'à quelques centaines d'années) dépend de la nature, de l'intensité et de l'étendue de la perturbation qui en est à l'origine.

Des successions dans les écosystèmes à leur résilience

Les systèmes non perturbés ont une évolution à un pas de temps long (Granger, 1992). Les mécanismes des successions végétales sont en effet des éléments essentiels de la structure de la végétation. Il sont liés à la réponse des espèces aux conditions du milieu, aux interactions positives (facilitatrices) et négatives (compétition/concurrence), au processus aléatoires se produisant au sein de l'environnement et des populations (Noy-Meir et Van der Maarel, 1987) et aux pratiques pour les systèmes gérés par l'homme. Dans ce cadre, assimilant les pratiques à des perturbations, Fily (1991) définit les successions végétales comme des manifestations des processus dynamiques qui se déroulent au sein des couverts prairiaux. Dans une logique similaire nous considérons que les pratiques peuvent aussi être des facteurs de régulation, dont les successions induites peuvent amener un ajustement des systèmes en dissonances vers des systèmes plus résilients. D'où notre intérêt à prendre en compte les notions de : résistance, régularité, stabilité, résilience pour les écosystèmes pâturés.

Comme nous l'avons signalé dans l'introduction générale, la résilience est à considérer comme la capacité d'un système apte à intégrer dans son fonctionnement une perturbation, sans pour autant changer de structure qualitative. (Holling, 1973). La stabilité en écologie repose sur l'idée d'un système en équilibre stable dont le comportement est prévisible, et dans cette acception, la stabilité d'un système se caractérise par son d'un point d'équilibre.

La résilience repose sur l'idée qu'après une perturbation le système n'est pas marqué par un retour à l'équilibre, expression d'un comportement de résistance, mais réagit au contraire de manière souvent positive, créatrice, grâce à de multiples changements et réajustements. La résilience est la propriété d'un système qui, adaptant sa structure au changement, conserve néanmoins la même trajectoire après une perturbation. Ainsi, le système préserve sa structure qualitative. La notion de résilience implique donc que le système maintienne sa structure et assure sa continuité, non pas en préservant un équilibre immuable ou en revenant au même état qu'avant la perturbation, mais au contraire en intégrant des transformations. Dans cette perspective le changement, et la perturbation qui le déclenche, sont des éléments inévitables et parfois nécessaires à la dynamique du système et à son maintien. Selon cette approche, la perturbation n'est pas forcément un "traumatisme". Elle peut même être considérée comme facteur intégrant du fonctionnement, même si localement, à l'intérieur du système, les effets peuvent être difficiles à assimiler par certains de ses éléments. D'où l'importance de bien considérer, pour notre étude, les pratiques, comme des facteurs de perturbations potentielles dont les incidences/successions peuvent se traduire par l'altération des prairies ou au contraire le renforcement de leur résilience.

224. Résilience et Développement Durable

Ce concept de résilience a aussi pour intérêt d'être compris et utilisé dans d'autres champs scientifiques⁵⁵ (il a aussi le même en anglais et en français), comme ceux des systèmes agraires (Jouve, 2004), la dynamique paysagère et géographique (Aschan - Leygonie, 2004⁵⁶) qui se développent dans le champ des sciences humaines : économie (Vialatte, 2006 ; Paquet, 2006), sociologique, psychosociologique, éthologique (Caldwell, 2006 ; Collin, 2006 ; Cyrulnik, 2006). La résilience et le développement durable sont souvent évoqués dans les mêmes contextes (plus dans le milieu de la recherche pour le premier terme et plus dans des débats de gouvernance pour le deuxième terme).

⁵⁵ Sites pertinents : 1) <http://agora.qc.ca/encyclopedie/recherche.nsf/Resultats?OpenForm&requete=r%e1silience>

2) <http://www.resalliance.org/1.php>

⁵⁶ http://hypergeo.free.fr/IMG/_article_PDF/article_125.pdf

Depuis que le "développement durable" a connu une assez large reconnaissance, les travaux de recherche sur la résilience des systèmes se sont multipliés (Aschan - Leygonie, 2004 ; Boulanger, 2004). Ces recherches s'inscrivent d'ailleurs mieux dans le sens donné au concept d'écodéveloppement lors du club de Rome par Strong et Sachs. Le terme écodéveloppement a précédé l'expression "développement durable" qui est une dérive sémantique pour des raisons de compromis Sauvé L., 2000, Cf. l'encadré ci-dessous.

La notion de développement durable a émergé d'un compromis historiquement négocié entre certains acteurs sociaux à l'issue des travaux de la Commission Mondiale pour l'Environnement et le Développement (CMED). Le sociologue Jean-Guy Vaillancourt (1992) rappelle que la notion d'écodéveloppement avait d'abord été proposée, entre autres par Ignacy Sachs (1974, 1980) et Maurice Strong (1997). Cette notion laisse peu d'équivoque : le développement y est associé à la prise en compte des principes écologiques de base (dont celles qui ont trait à la capacité de support du milieu) et à une éthique écologiste basée sur les valeurs d'autonomie, de solidarité, de responsabilité à l'égard des réalités socio-environnementales. Or comme le signale Vaillancourt (1992), toute référence explicite à l'écologie ou à l'environnement apparaissant comme un irritant pour beaucoup d'acteurs de la sphère économique et politique.

La notion de développement durable a alors été adoptée, précisément à cause du flou qu'elle entretenait à l'égard du type même de développement en question, dont la seule caractéristique explicite était qu'il soit de nature à se perpétuer. De sorte que tout le monde y trouvait son compte. On y retrouve ici l'une des caractéristiques de la communication moderne, telle que signalée par Sfez (1992) : cette dernière est volontairement confondante : on dit tout et rien à la fois (Sauvé L., 2000).

225. Vocabulaire en écologie végétale, en agronomie prairiale

« *La flore d'un lieu est la liste des espèces observées en ce lieu.* »

« *La végétation pondère les espèces de la flore par leur importance dans la constitution du tapis végétal.* » (Daget et Godron, 1995).

Le terme d'**adventice** est souvent utilisé comme synonyme de mauvaise herbe dans le sens de plante adventice d'une culture. C'est à dire que cela peut englober toutes les plantes qui sont présentes dans une culture ou une prairie et qui n'ont pas été introduites par l'agriculteur ou l'éleveur (ACTA, 2000 ; Merlier & Montegut, 1982). Pour De Bonneval (1993) « La notion d'adventice est très relative ! Pour l'agronome, ce sont "les mauvaises herbes" des terres cultivées ou des prairies. Pour l'écologiste au contraire, ce peuvent être des espèces à protéger. » Fournet et Hammerton (1991) ajoutent à la définition courante de mauvaise herbe en un lieu donné une dimension économique et la notion de "lutte". Se pose alors la question suivante : faut-il lutter contre toutes les espèces qui n'ont pas été plantées ?

La flore adventice d'une prairie est l'énumération de toutes les espèces qui y croissent ; l'adventice rare n'y occupe pas moins d'importance (de place) qu'une adventice commune (Daget et Poissonet, 1971). Le nombre d'espèces différentes d'adventices permet de caractériser le **salissement** des prairies. Le "**degré de salissement**" des prairies semées est le nombre d'espèces adventices de la liste floristique complète établie sur une surface retenue comme étant susceptible de présenter l'ensemble des espèces.

Dans la notion de végétation "les associations et les proportions des espèces dans le tapis végétal sont prises en considération" (Daget et Poissonet, 1971). Les proportions des adventices dans le tapis végétal de la prairie permettent de caractériser sa dégradation.

Le "**degré de dégradation**" d'une prairie semée est égal au quotient de la somme des recouvrements des espèces adventices par la somme du recouvrement de toutes les espèces (adventices et semées). » (Daget et Poissonet, 1972).

Une prairie c'est d'abord une formation végétale herbacée, fermée et dense où dominent les graminées. Elle constitue généralement, si elle est exploitée, pour l'agriculteur en Europe, **la prairie naturelle ou prairie permanente.** Ces prairies ne rentrent pas dans la rotation d'une exploitation.

Les prairies artificielles sont cultivées pour une durée limitée. Elles sont le plus souvent destinées à produire des fourrages dits artificiels, essentiellement des légumineuses.

Les prairies temporaires sont ensemencées en graminées ou en association graminées et légumineuses. Leur exploitation est généralement prévue pour plusieurs années (3 à 5 ans).

Une prairie en mélange a été ensemencée avec plusieurs espèces de graminées.

Une formation végétale est directement liée à la "physionomie" de la végétation. Pour exemples, la savane est une formation herbeuse dense haute, la savane arborée est une formation mixte d'herbacées et de ligneux haut, le maquis est une formation ligneuse basse. Une formation ne dépend pas des espèces qui la composent mais se caractérise par les pourcentages de recouvrement des herbacées, des ligneux bas (< 2 m) et des ligneux hauts (> 2 m). Le recouvrement d'une espèce est la proportion de la surface du sol qui est recouverte par la projection verticale des organes aériens de cette espèce (Daget et Godron, 1995). La combinaison de la formation végétale et des espèces végétales dominantes caractérise le faciès de la végétation. Les formations herbacées ont presque toutes une origine anthropique. Elles sont en équilibre durable avec le climat et le sol que dans certains cas extrêmes (pelouses alpines, toundras, steppes d'Asie centrale, certains marécages). La plupart des savanes tropicales subissent périodiquement des passages de feu d'origine anthropique, d'où le terme de pyroclimax déjà évoqué (César, 1992 ; Hook, 1971 ; Koechlin, 1960 ; Tansley *in* Deleage, 1991).

La plupart des formations herbacées des régions tempérées évoluent vers des formations ligneuses, quand le pâturage, la fauche ou les incendies cessent. Par exemple dans le sud de la France, dans les grandes Causses actuellement en situation de déprise, ce qui permet buis de se développer (Rousset, 1999) ; des travaux sur le contrôle des genêts par la pâture sont menés (Magda *et al.*, 2001), la Valorisation sylvopastorale des zones de pin sylvestre (Guérin, Picard, 2004). La végétation des pâturages en zones tempérées est donc en équilibre plus ou moins instable. L'art du berger, de l'éleveur est de les maintenir, les améliorer sans les ruiner. Cette maîtrise consiste à ajuster la charge optimale des prairies en fonction de leur potentialité en tenant compte des variations saisonnières (Godron, 1984). La conduite de la pâture peut induire des effets perturbateurs sur le couvert herbacé ou au contraire régulateurs pouvant ajuster dans le sens souhaité la dynamique de la végétation. Pour la compréhension de notre travail nous déclinons quelques définitions clés portantes sur les modes de pâturages :

Le chargement, en système pâturé, désigne le nombre d'animaux rapporté à une unité de surface (généralement l'ha) des prairies, parcours, espace pastoral, dont ils exploitent les ressources. Il peut aussi signifier que le nombre acceptable d'animaux (exprimé en Unité de gros Bovin, UGB ; ou en Unité de Bétail Tropical, UBT).

Le chargement global ou charge (stocking rate), est plus précisément le nombre moyen d'animaux présents par unité de surface (ex. : ha) répartis sur une période de temps donnée (saison), année).

Le chargement instantané (stocking density) correspond au nombre d'animaux (ou poids ou unité) par unité de surface à un instant donné (souvent calé sur la journée).

La pression du pâturage (grazing pressure ; stocking pressure) exprime le nombre le nombre d'animaux d'un type défini (ou bien un poids animal réel ou métabolique) rapporté à une unité de poids d'herbe.

La capacité de charge potentielle (carrying capacity) désigne le chargement d'une unité de surface en fonction de son potentiel de charge. Ce concept est utilisé en écologie de la gestion des ressources naturelles appliquées aux espaces pâturés. Il désigne le plus souvent le nombre d'animaux qu'un territoire donné peut tolérer sans que la ressource végétale ou le sol ne subissent de dégradation (grazing capacity).

3. Cadre et repères communs pour les travaux de recherche

Ce passage a surtout pour ambition de décliner les principaux repères conceptuels (disciplinaires) et notre interprétation de notions pour conduire cette étude.

L'agronomie fourragère a été notre première entrée pour étudier notre objet de recherche sur l'état des couverts prairiaux pâturés. Nos prairies étudiées sont des prairies cultivées, tout d'abord en étant implantées en transformant (bouleversant) les écosystèmes en place. Les cultures fourragères se situent à la croisée des productions agricoles et de l'élevage. Elles relèvent de l'agronomie, de l'agroécologie et servent aux fonctions de l'élevage : productions animales (fonction économique), postures sociales, sens culturels, maintien environnemental⁵⁷ (Roberge et Toutain, 1999).

Nos fondamentaux en matière d'agronomie tropicale s'inscrivent dans des lectures systémiques en reprenant à notre compte certains concepts qui ont émergés surtout dans les années 1980 : système de culture, fourrager, de production et d'élevage. Concepts qui ont su se baser sur la construction de méthode d'analyse de l'agriculture à partir de l'analyse du concept de culture. Il est apparu à la fin du XVIII^{ème} siècle par l'abbé Rozier, il caractérise d'abord la manière dont un groupe humain tire parti de la nature pour ses propres besoins. L'"individualisme agraire" qui prévaut au cours de la révolution agricole des XVIII et XIX^{ème} siècle induit une acception du terme plus centrée sur l'exploitation agricole. Le concept comporte alors à la fois deux dimensions temporelle (la rotation culturale) et spatiale (l'assolement). Dans les années 1970, il est repris par Sebillotte⁵⁸ pour établir les fondements théoriques de l'agronomie (Papy et Baudry, 2001).

31. Systèmes de culture, de production, fourrager et d'élevage

Notre approche "multi - systémique" a été à la fois notre "véhicule de progression" dans notre étude et notre "cadre de repère" et d'orientation. Dans cette partie nous avons tenu à décliner la façon dont nous nous sommes approprié et reformuler certains concepts systémiques.

« Système de culture » Dans l'Encyclopédia universalis, Sebillotte (1996), dans l'article « Système de culture » fait remonter l'emploi du terme au cours d'agriculture de l'abbé Rozier en 1785. Ce terme traduit « un effort de justification théorique tant des pratiques culturales observées que de nombreuses propositions d'amélioration qui virent le jour au XVIII^{ème} siècle ». A cette époque, le système de culture signifiait, selon Sebillotte, « la manière dont un groupe humain tirait parti de la nature pour en satisfaire ses besoins ». Au milieu du XIX^{ème} siècle, de Gasparin (1844) conserve l'idée de l'utilisation des ressources naturelles dans la définition qu'il donne : « *Le choix que fait l'homme des procédés par lesquels il exploite la nature pour en obtenir une production, soit en la laissant agir, soit en la dirigeant avec plus ou moins d'intensité en différents sens est ce que nous appelons système de culture* ».

Sebillotte fait remarquer que de Gasparin applique le terme principalement au territoire agricole mis en valeur par une unité de production, l'exploitation agricole, excluant « du champ d'application du concept les espaces plus vastes mis en valeur par les groupes humains et pour lesquels, pourtant, les mêmes questions se posent ». Le concept s'adapte ainsi à la conquête de la liberté d'exploitation qui a marqué la révolution agricole des XVIII et XIX siècles ; « l'individualisme agraire » selon l'expression de Marc Bloch, citée par Faucher (1956) a favorisé l'adoption de nouvelles techniques.

⁵⁷ Pour exemple en Guyane : contrôle de l'érosion (Lefeuvre, 1984), limitation aluminique (Cabidoche et Andrieux, 1984), maintien de la flore et de la faune des savanes (Cremers, 1990 ; Hansen, 1998 ; Vie, 2001).

⁵⁸ Sebillotte, 1974 ; Meynard, 1985,

Au cours du dernier quart du XX^{ème} siècle, Sebillotte enclenche une autre évolution dans l'article qu'il publie en 1974 pour faire le point de la « théorie agronomique ». Il y est précisé que l'agronome doit étudier le système de culture, à la fois dans la dimension temporelle des successions de cultures, « car le sol sert de lien entre deux ou plusieurs cultures successives » et dans la dimension spatiale, « parce que la multiplication des surfaces d'une même culture dans une région peut modifier de façon sensible le milieu naturel (microclimat, érosion, parasitisme...).

La dimension temporelle du système de culture est affinée par le concept d'itinéraire technique qui porte sur la conduite du champ cultivé au cours d'un cycle cultural ; il traduit l'idée que l'agronome est capable de concevoir « des combinaisons logiques et ordonnées de techniques qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée ». La mise en oeuvre de cet itinéraire implique que des choix stratégiques soient faits quant au mode de conduite de la culture considérée, car « plusieurs stratégies sont possibles pour atteindre un objectif en raison des compensations entre techniques et des risques variés dus aux aléas climatiques » ; elle implique aussi des choix tactiques au moment de réaliser les opérations culturales.

Ce concept d'itinéraire technique a été défini pour concevoir des modalités de conduite des cultures et en faciliter le passage à la pratique. Il a été très vite utilisé pour « comprendre la logique des pratiques agricoles et leur cohérence avec les caractéristiques socio-économiques et naturelles des exploitations agricoles » (Papy F., Lelièvre F., 1979). Dans les années qui suivent la parution de l'article de 1974, avec les concepts d'effet précédent (variation des états biologiques, chimiques et physiques du sol entre le début et la fin d'un cycle cultural), de sensibilité du suivant (réponse d'une culture aux états du sol laissés par le précédent), Sebillotte développe la dimension temporelle du concept de système de culture sur le pas de temps de plusieurs cycles de culture. Il inclut dans le concept les phases de jachères, quelle qu'en soit la durée (Sebillotte, 1977). Cela a induit de fait une définition qui en évoluant a exclu dimension spatiale : le système de culture est alors défini par la séquence des procédés techniques mis en oeuvre sur des parcelles traitées de manière identique, c'est à dire par la succession des cultures et par les itinéraires techniques appliqués à chacune d'elles. Dans le débat de l'époque, Papy et Lelièvre indiquent en 1979 qu'il faut redonner au concept de « système de culture » la dimension spatiale qu'il avait à l'origine et dont Sebillotte se faisait encore l'écho, en 1974, sans la développer.

La politique agricole commune (PAC), dans ces premières périodes assurent des prix agricoles garantis relativement élevés, sans limite de quantité, dans un contexte de rareté de la terre et de la main-d'oeuvre agricole, les systèmes de culture pratiqués et conseillés traduisent le souci d'accroître la productivité de la terre et celle du travail. C'est pourquoi le développement agricole se fait autour de choix techniques tout à fait cohérents avec ces objectifs de produire toujours plus (Meynard, 1991) : choix de variétés à haut potentiel, avancement des dates de semis, augmentation des densités et des apports d'engrais, autant de décisions qui présenteraient de forts risques phytosanitaires si elles n'étaient associées à des stratégies d'assurance consistant en traitements systématiques de pesticides. L'utilisation intense de pesticides permet de cultiver une parcelle de façon plus indépendante des voisines et, sur cette parcelle, une espèce de façon plus indépendante des cultures précédentes ; en particulier elle permet de diminuer les délais de retour d'une culture sur elle-même et, partant, de choisir plus librement les cultures en fonction des marges qu'elles dégagent (Meynard *et al.*, 2002). Les questions posées à l'agronomie peuvent se ramener à des questions de production végétale à la parcelle et la définition proposée plus haut du concept de système de culture convient tout à fait pour les traiter.

La politique agricole a aussi affecté le paysage agricole. Le développement des échanges commerciaux spécialise les petites régions agricoles ; certaines deviennent de plus en plus intensives, d'autres sont abandonnées. Au sein des petites régions agricoles, les exploitations se spécialisent aussi et, progressivement, disparaissent les exploitations de polyculture ; le nombre des espèces cultivées qui se succèdent sur les parcelles se réduit et, par suite, la diversité spatiale des cultures.

Au souci d'augmenter la productivité de la terre est associé celui d'augmenter la productivité du travail, ce que permet la mécanisation ; pour diminuer les temps de travaux, la taille des parcelles ne cesse de croître, ainsi que celle des exploitations, ce qui réduit le temps que l'agriculteur peut consacrer au suivi des cultures. Toutes ces évolutions ont des conséquences écologiques. Malgré le courant dominant qui pousse vers une intensification continue de la production agricole (Carillon, 1979), des cris d'alarme sont poussés. Le rapport Hénin (1980) fait prendre conscience aux agronomes de la nécessité de concevoir des manières de produire ayant des objectifs environnementaux. Dans cette perspective des recherches ont porté sur le pilotage d'itinéraires techniques visant à calculer au plus juste les intrants (azote et produits phytosanitaires) ; sur plusieurs espèces cultivées : des indicateurs sont mis au point à cet effet.

En rupture radicale avec les itinéraires techniques intensifs, des agronomes en conçoivent de nouveaux qui visent délibérément des rendements inférieurs au potentiel (Meynard., 1991). Dans le cas de cultures céréalières, par le choix de variétés moins productives mais résistantes aux maladies, de dates de semis plus tardives, de densité de semis plus faibles, il a été montré qu'il était possible de réduire les intrants ; dans le système des prix et des primes de l'époque, les marges brutes sont identiques à celles des cultures classiques (Limaux., Meynard., 1992).

Papy et Baudry, en 2001, signifiaient que le concept de « système de culture » ne devait pas resté cantonné à sa seule dimension temporelle, indépendamment de la taille, de la forme, de la nature des contours des parcelles dans lesquelles il est pratiqué. S'il n'inclut pas l'organisation spatiale des cultures, le concept de système de culture ne permet pas d'évaluer correctement les effets des pratiques culturales sur les flux latéraux d'eau, de terre, de minéraux, de graines, de pollen..., ou encore sur la structuration spatiale des habitats d'espèces animales et végétales.

Pour mettre en correspondances pratiques agricoles et fonctionnement des écosystèmes il faut caractériser l'organisation spatiale de la mosaïque des couverts végétaux et des réseaux de linéaires par des indices de connectivité et de fragmentation, ainsi que le propose l'écologie du paysage (Burel F., Baudry J., 1999). Ainsi il est possible d'analyser des effets de voisinage en flux issu d'une parcelle et de sensibilité des parcelles voisines à ce flux, en fonction de leurs états et de l'effet barrière, marqué ou non, des inter-champs. Cela permet d'analyser les effets de la diversité spatiale des couverts végétaux cultivés et de l'organisation des corridors d'habitats que constituent les inter-champs sur l'importance et la distribution des espèces auxiliaires des cultures (Ferron P., 1999), etc...

L'ensemble des pratiques, appliquées en un lieu, dans leur dimension de déroulement temporel et d'organisation spatiale du lieu est étroitement lié. Configuration du territoire agricole, aménagements, choix des espèces cultivées, de leur succession et de leur distribution spatiale, itinéraires techniques sont interdépendants les uns des autres ; ils constituent donc un ensemble cohérent de procédés qui fait système. Le système de culture, ainsi défini, mérite d'être étudié comme un tout, à différents niveaux d'organisation territoriale, en sorte d'en évaluer les effets sur les écosystèmes (Baudry et Papy, 2001).

L'idée qu'une concertation entre acteurs est nécessaire pour « tirer parti de la nature » justifie le retour à une conception territoriale du système de culture. A cette raison là s'en ajoute une autre : les agronomes qui étudient les agricultures où le poids de l'organisation collective de voisinage est encore fort, ont conservé au terme son sens premier (Jouve., Tallec., 1994). En définissant le « système de culture » à différents niveaux d'organisation territoriale il a fallu concevoir les articulations entre ces niveaux.

L'analyse paysagère, développée depuis déjà longtemps par Deffontaines (Deffontaines et Thion, 2001 ; Groupe de Recherche INRA, ENSSAA, 1978), met en évidence des unités qui sont repérables par un ensemble de caractéristiques dont certaines sont les traces visibles des systèmes de culture (mode d'occupation du sol et nature des cultures, taille et formes de parcelles, organisation et nature du réseau des inter-champs...) et d'autres des éléments paysagers qui leur semblent liés (réseau de communication, bâti...). Une lecture agro-géographique tend d'établir des relations entre ces caractéristiques et des « champs géographiques ». Une lecture agronomique tend de comprendre les cohérences techniques aux différents niveaux spatio-temporels, d'en évaluer les effets et d'en concevoir d'autres. Pour comprendre ces relations et cohérences il faut remonter aux différents niveaux de décision qui génèrent et coordonnent les actions culturelles.

Au sein même de l'exploitation agricole il est possible de distinguer plusieurs niveaux hiérarchisés de décisions dont l'articulation permet de reconstituer la configuration donnée au territoire de l'exploitation, les différentes successions de cultures, les itinéraires techniques et de comprendre leur interdépendance (Meynard *et al.*, 2002). A noter aussi que l'exploitation est inscrite dans des réseaux sociaux qui influent également sur les manières de produire. Il s'agit de réseaux très localisés, unifiés et bien hiérarchisés dans les sociétés traditionnelles dans lesquelles l'autoconsommation et les échanges intra-villageois sont forts (Jouve et Tallec, 1994) ; mais aussi de réseaux multiples dans les sociétés marchandes où l'exploitation agricole se trouve au noeud de plusieurs filières de production.

Dans les contractualisations agricoles que développent de plus en plus les sociétés modernes, les systèmes de culture pratiqués dans les exploitations, déjà très interdépendants, doivent, en plus, s'inscrire dans des cahiers des charges, parfois nombreux, visant à garantir des manières de produire (diverses mesures PAC ou déclinaison nationale : CTE, Agroenvironnement...).

Le niveau à considérer dépend des objectifs à évaluer :

- Les effets à court terme des pratiques sur l'élaboration du rendement des espèces cultivées et sur les transformations du milieu local, le pas de temps pertinent est celui du cycle cultural et la résolution spatiale adéquate correspond à la portion de territoire où ont été réalisées les mêmes pratiques dans les mêmes conditions. Les dates et conditions d'intervention ont alors beaucoup d'importance. Aussi la résolution spatiale doit correspondre à la superficie que l'on peut traiter en un ou deux jours, c'est-à-dire aux parcelles qui sont travaillées dans les mêmes conditions.
- Les effets à long terme sur l'évolution de la matière organique, des éléments chimiques, le pas de temps à retenir est celui de la succession de plusieurs cycles de culture sur les parcelles concernées. Toutefois pour évaluer l'évolution des maladies, des adventices, de la flore des prairies il faut aussi tenir compte des transferts, il faut considérer les parcelles voisines et leur organisation spatiale ainsi que le réseau des inter-champs, c'est à dire le système de culture à l'échelle du paysage. C'est à ce niveau qu'il est possible de d'évaluer les processus écologiques à réguler

Nous avons donc tenu compte des effets d'enchâssement des niveaux fonctionnels d'organisation (Caron, 1998) à la fois dans le temps et l'espace, théorisée par les écologues sous le nom de théorie de la hiérarchie (Peterson, Parker, 1998). Un phénomène particulièrement étudié est le flux de minéraux à diverses échelles de la parcelle au bassin versant : du fait de la présence de zones tampon, les flux à l'exutoire d'un bassin versant sont moindres que la somme des flux issus de l'ensemble des parcelles (Lowrance *et al.*, 1985).

Concernant notre étude, l'intérêt de l'observation des flux a porté plus sur celui des semences fourragères et d'adventices. Les systèmes de culture, générés par des systèmes de décision existant au sein de la société, modifient le fonctionnement des systèmes écologiques. Ce constat montre une double structure hiérarchique :

- hiérarchie des systèmes de décision, au sein desquels l'exploitation agricole constitue un territoire d'action élémentaire ; les systèmes de culture qui y sont pratiqués dépendent aussi des réseaux socio-économiques dans lesquels se trouve inscrite l'exploitation, ainsi que des politiques agricoles ;
- hiérarchie écologique qui traduit le fait que les effets des différents niveaux que nous avons reconnus au système de culture se manifestent sur des pas de temps plus ou moins longs et des espaces plus ou moins grands.

Point sur le : « Système de production »

L'éleveur (l'agriculteur) a des comportements, règles de décisions qui s'inscrivent dans ceux de sa famille et de sa posture dans les réseaux sociaux notamment professionnelle. La famille (à son noyau et sphère élargie) participe à l'évolution de l'élevage par au travail fournit directement, par des solidarités socio-économiques et des stratégies privées. Cet ensemble évolue dans un environnement composite (biophysique, techniques, économique – social ...). Il entretient avec lui des échanges dont résultent des flux de matières, d'énergie, de savoir, d'information, de moyens financiers,... et exerce une activité de transformation, de régulation, ajustement, afin de satisfaire des objectifs définie en famille à plus ou moins long terme.

De Ronay en 1975 (ed. poche, 1977) déclinait comme définition de la notion de système : « *un ensemble d'éléments en interactions dynamique organisées en fonctions d'un but* ». Ceci revient à reconnaître partout des objets possédant les caractéristiques des systèmes. C'est-à-dire des totalités dont les éléments, en interaction dynamique, constituent des ensembles ne pouvant être réduits à la somme de leurs parties. (Bertalanffy, 1973).

Pour Jean-Louis Le Moigne (1985, 2^{ème} ed.), de cette notion systémique "*se dégage une vision stupéfiante, la perspective d'une conception unitaire du monde jusque là insoupçonnée. Que l'on ait affaire aux objets inanimés, aux organismes, aux processus mentaux ou aux groupes sociaux, partout des principes généraux semblables émergent*".

En synthèse sur ce point, nous avons retenu pour notre étude que le système d'élevage est un ensemble constitué de :

- Le système de décision
- le système de mémorisation et d'information
- le système opérant
- Ce cadre conceptuel nous a amené à considérer les élevages comme des systèmes pilotés et les éleveurs comme des pilotes. (Le Moigne, 1990 ; Broissier et al., 1990)

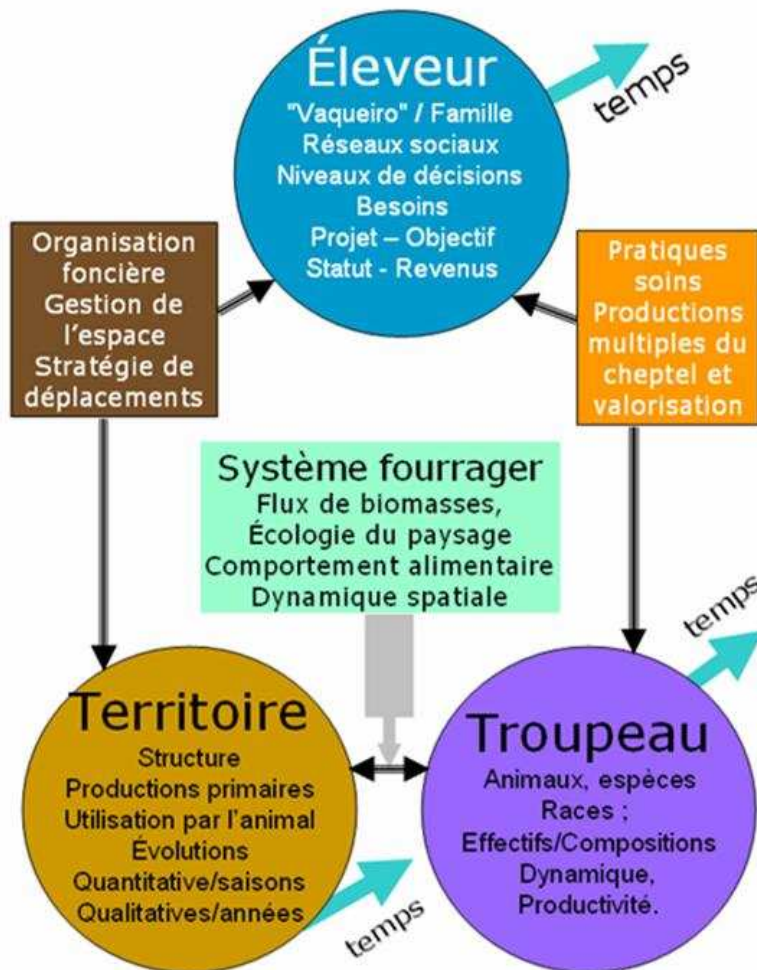


Figure n°37 : Schéma de base d'un système d'élevage en trois pôles principaux en interaction dans son environnement biophysique et socioéconomique. Figure adaptée de la représentation de Lhoste en 1984.

Les disciplines mises en jeu dans l'étude d'un système pastoral d'après le schéma de Balent et Gibon (1987).

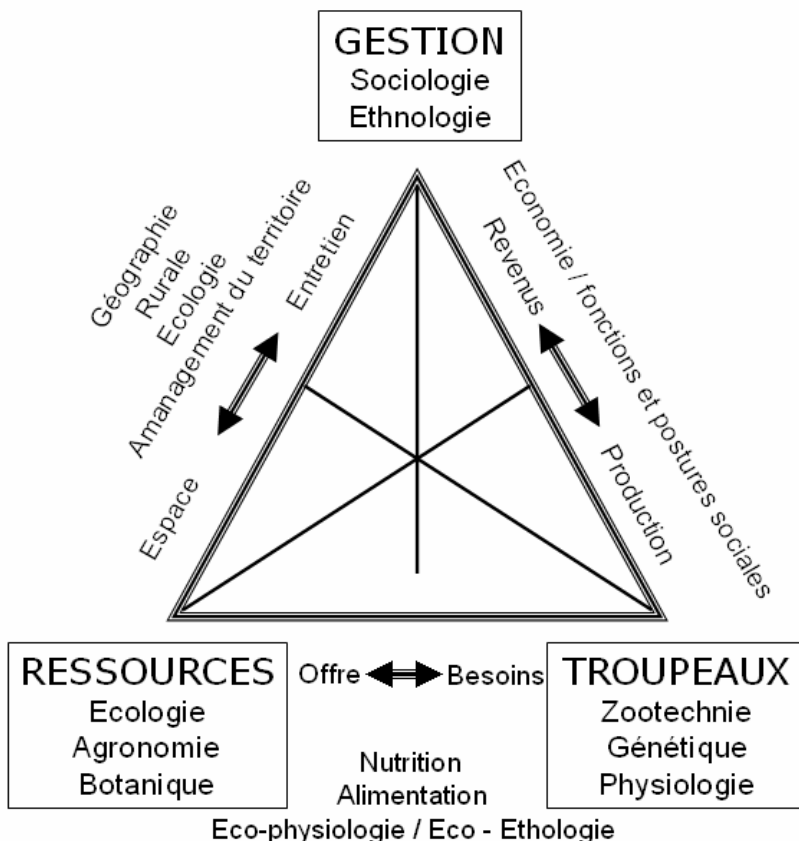


Figure n°38 : Schéma de base d'un système d'élevage en trois pôles principaux en interaction dans son environnement biophysique et socioéconomique. Illustration adaptée de la représentation de Lhoste en 1984.

Pour comprendre les systèmes de culture pratiqués, les évaluer, en concevoir d'autres et dans notre étude les conjuguer aux conduites d'élevage, il faut identifier les liens entre les hiérarchies décisionnelles et écologiques et leurs articulations (Papy et Baudry, 2001). Afin de remédier aux écarts entre les résultats des évaluations et des objectifs, les agronomes sont conduits à concevoir de nouveaux systèmes, s'aidant pour cela de modèles de fonctionnement de l'écosystème cultivé et pâturé qui nécessite de prendre en compte l'enclassement des multiples niveaux des systèmes (de décision, agroécologiques et d'élevage).

« Système fourrager »

Pour Attonay (1980), il peut se définir comme l'ensemble des moyens de production, des techniques et des processus qui sur un territoire ont pour fonction d'assurer la correspondance entre le ou les systèmes de culture (de pâture), et les systèmes d'élevage, au sens de la conduite d'un peuplement et d'une production animale. Système qui vise à équilibrer les ressources et les besoins en fourrages (Duru, 1980 ; Duru *et al.*, 1986).

L'herbe pâturée constitue souvent la base du système fourrager pour les éleveurs de ruminants. De par leur composition, les prairies sont la première source mondiale de protéines. En France métropolitaine, les prairies couvrent 13 millions d'hectares. Même en Europe. L'herbage pâturé peut s'avérer meilleur marché que des tourteaux, pour plusieurs raisons (GNIS, 2006) : en pâturant les animaux font eux-mêmes le travail de récolte, la fertilisation et le contrôle de la végétation adventice ; les prairies sont suffisamment riches en protéines pour assurer un équilibre énergie/azote satisfaisant pendant la période de pâturage.

Notre recours à ces notions de systèmes fourragers et de systèmes d'élevage correspond à notre choix d'appréhender les élevages, exploitations agricoles, unités de production, dans leur ensemble. Approche qui dépasse la simple analyse sectorielle. En effet, la vision compartimentée ne nous permettait pas de prendre suffisamment en compte les nombreuses relations complexes qui s'établissent entre chaque secteur (atelier) d'activité (Cf. l'encadré : Point sur "le système de production"). Nous avons donc privilégié une grille de lecture d'ensemble plutôt qu'une situation comme une somme d'éléments. Cette approche globale, holistique, s'inscrit dans une stratégie d'approche et de lecture d'abord systémique qui nous a guidé à mener des travaux spécifiques analytiques. (Hnatyszyn et Guais, 1988). Dans notre situation en Guyane, le système fourrager se doit d'assurer la correspondance entre le système herbager (pâturage et conservation de fourrage) et le système d'élevage. Il ne se définit pas seulement par la nature des éléments qui le composent mais aussi par les relations qui le lient aux autres sous-systèmes, à l'environnement, aux objectifs globaux...

Souvent la difficulté rencontrée ne porte pas sur la production fourragère en elle-même, ni même sur la conduite de l'élevage, mais sur la capacité à assurer la liaison entre les deux. C'est bien sur cet aspect que la problématique majeure soulevée par le concept de « système fourrager » prend toute sa valeur. Notre perception rejoint celle de plusieurs auteurs ayant décliné des définitions sur ce concept, comme : Huguet et Mansat (cités par Hnatyszyn et Guais, 1988), ont pour eux ce : *« n'est pas une simple juxtaposition des surfaces fourragères de natures diverses, mais un ensemble de techniques allant du choix des fourrages jusqu'au revenu de l'éleveur en passant par l'assolement fourrager, la conduite générale, le chargement ... le travail à mettre en œuvre, sans négliger le niveau technique de l'éleveur, ses goûts et ses idées personnelles »*.

Le système fourrager doit être perçu beaucoup plus comme une fonction de régulation (Attonay, 1980 ; Bourgeois et Krychowski, 1981 ; Duru *et al.*, 1988). Fonction qui s'inscrit dans des interrelations : pratiques des agriculteurs, milieu biophysique, système cognitif de l'éleveur, réseaux socioéconomiques (Vivier, 1990).

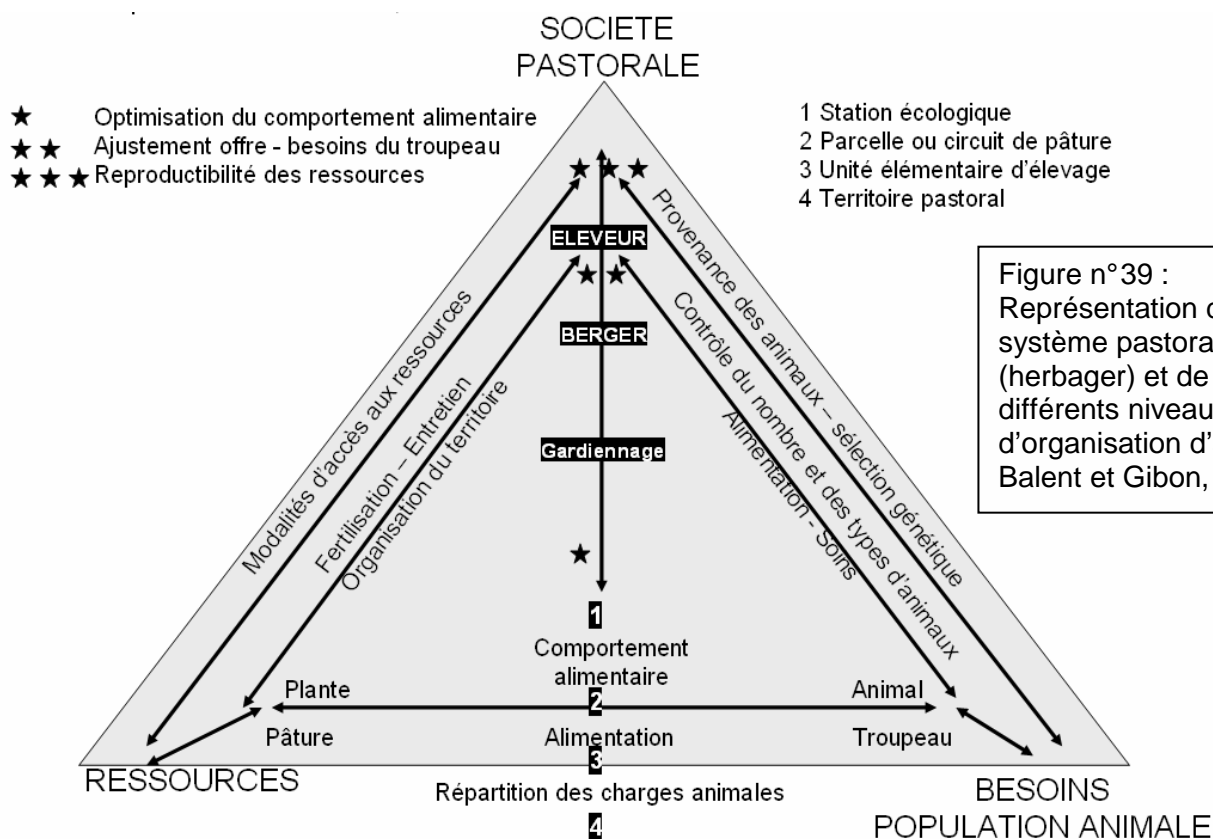


Figure n°39 :
Représentation d'un système pastoral (herbager) et de ses différents niveaux d'organisation d'après Balent et Gibon, 1987.

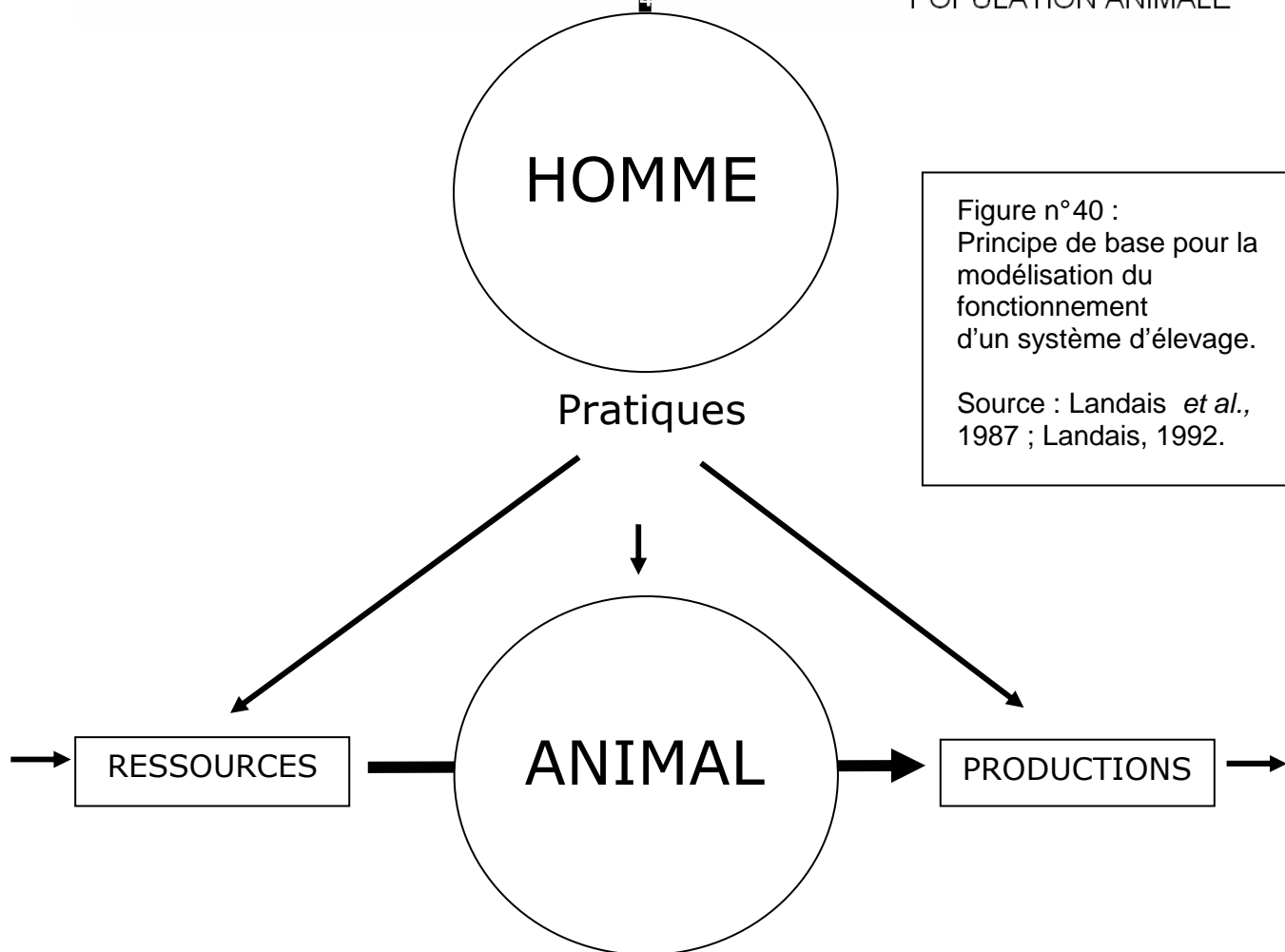


Figure n°40 :
Principe de base pour la modélisation du fonctionnement d'un système d'élevage.

Source : Landais *et al.*, 1987 ; Landais, 1992.

« Système d'élevage »

Ce concept recouvre une approche holiste qui répond à la volonté d'appréhender dans leur globalité et dans leur complexité les problèmes rencontrés par les acteurs du terrain. Ce terme a émergé dans de nombreux travaux menés en France, en zone francophone, en régions tropicales qui datent des années 1980 (travaux de Berthet-Bondet, Bonnemaire, Bourbouze, Brunshwig, Caron, Darré, Dedieu, Gibon, Deffontaines, Hubert, Ingrand, Landais, Lhoste, Milleville, Teissier, Vissac...).

Dans sa définition initiale ce terme est centrée sur la gestion des processus de production, un système d'élevage est un ensemble d'éléments en interaction, organisés par l'homme dans le cadre d'une activité d'élevage visant à obtenir des productions variées (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure...) ou à atteindre tout autre objectif. Par (Lhoste, 1984 ; Balent et Gibon, 1987 ; Bonnemaire, 1987 ; Landais et Bonnemaire, 1996). Il peut être représenté comme un système de relation basé sur trois pôles en triptyques (Figure n° : 37).

La zootechnie ne peut néanmoins pas prétendre à elle seule rendre compte de son seul point de vue de la réalité de l'élevage. Cette discipline analyse les relations qui s'établissent entre un peuplement animal domestique et son milieu, ce qui constitue l'objet propre assigné à la elle est assignée. Elle ne peut pas pour autant fournir seule les éléments de l'analyse des activités d'élevage, de leurs déterminants, de leurs résultats, des conditions et des modalités de leur évolution. Elle doit donc s'associer à d'autres disciplines pour obtenir une lecture holistique (Cf. Figure n° 38 & 39).

Ainsi un système d'élevage est « un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques » (Landais *et al.*, 1987). Le système d'élevage naît donc d'un projet humain, qui en délimite l'extension, en mettant en relation les éléments qui le composent et en l'organisant à plusieurs niveaux (Cf. Figure n° 39).

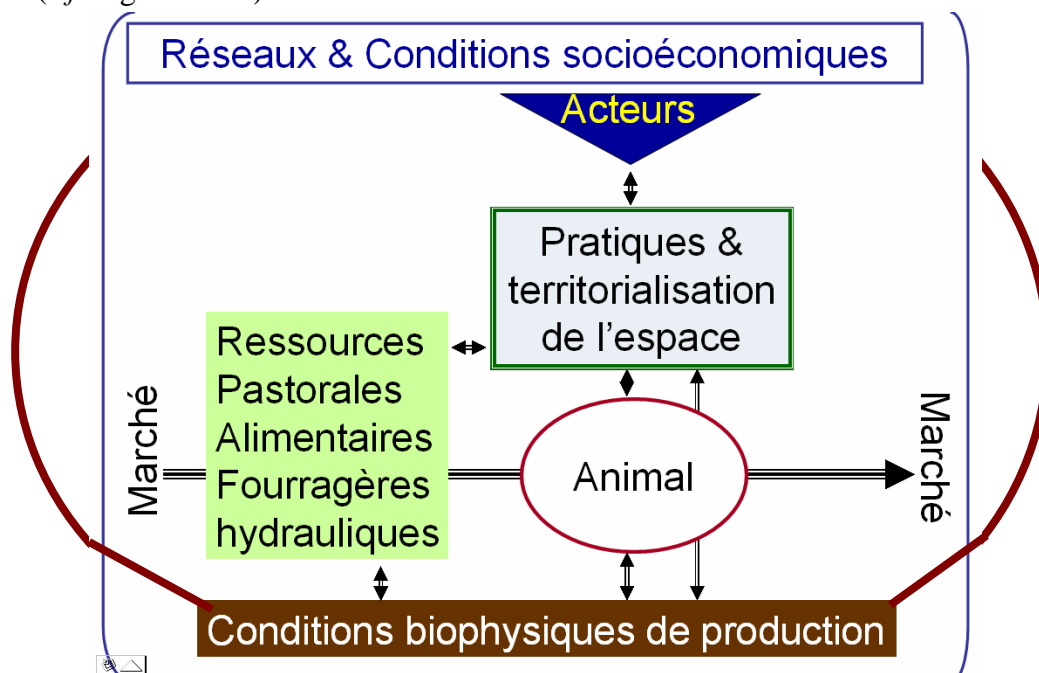


Figure n°41: du Système d'élevage, dans une conception privilégiant la fonction de production avec de fortes contraintes du milieu (cas de la Guyane). Schéma réalisé à partir d'un schéma de Landais et Bonnemaire, J., 1996.

Cette analyse globale (holistique) est par nature interdisciplinaire à laquelle le zootechnicien doit néanmoins et nécessairement participer : d'une part, parce qu'il y apporte une contribution essentielle ; d'autre part parce que c'est à ce niveau qu'apparaissent les éléments qui lui sont indispensables pour orienter et finaliser sa problématique propre.

Ce concept se définit par référence à un centre de décision. Il revêt par là un caractère opérationnel évident pour le développement, conformément à la finalité ultime de la connaissance zootechnique : améliorer le niveau de satisfaction des objectifs poursuivis par l'homme au travers de l'élevage.

Système qu'il faut aussi percevoir dans une dynamique, une trajectoire. Les représentations en « triangle » doivent aussi être perçues sur un plan diachronique (d'où les flèches indiquant le temps dans la figure n° 41. La problématique à ce système est de comprendre les modalités pour atteindre une finalité. La question principale porte donc sur le processus à travers lequel vont s'élaborer les productions et remplir les fonctions attendues à partir des ressources disponibles. *« Etudier le fonctionnement d'un système d'élevage, c'est étudier la manière dont est assuré ce processus au cours du temps et les transformations que cela entraîne sur la structure du système lui-même et sur son environnement »* (Landais, 1992).

Commentaires sur les figures n° 40 & 41 :

- L'homme, l'éleveur n'est pas un simple élément parmi les autres. Il est l'organisateur, le pilote,
- Les pratiques d'élevage orientent le processus de production et le régule en agissant à plusieurs niveaux, de l'amont (intervention sur le milieu d'élevage et les ressources exploitées) à l'aval (les productions),
- Les productions (ou fonctions) sont clairement indiquées dans le champ des investigations à mener,
- Les interactions avec les systèmes englobants (biophysique, socioéconomique, cognitif) incitent à monter des représentations plus complexes dans des situations spécifiques.

A partir de ces représentations, des descriptions fines des éléments et relations peuvent être établies permettant ainsi d'aborder l'essentiel de l'analyse : le fonctionnement des systèmes d'élevage.

- La première étape est donc d'avoir réalisé au préalable une lecture des modalités des pratiques mise en œuvre et de réaliser une analyse de leurs effets sur des objectifs socioéconomiques attendus de l'élevage.
- La deuxième étape au niveau d'un élevage (exploitation) se doit d'analyser le fonctionnement des systèmes en prenant en compte le plus explicitement possible les finalités et les stratégies du pilote (éleveur).

Il est nécessaire de percevoir le rôle et le positionnement de l'exploitant dans le réseau professionnel local, son niveau d'appropriation du « fond culturel commun », ses postures sur les règles sociales, sur ses savoirs et savoir-faire, son système cognitif (indicateurs de références, corps de règles, référentiel technique) qui sont des déterminants des décisions de l'éleveur, de son comportement dans le choix des actions à mener du moment des interventions et leurs natures (Darré, 1991 ; Landais, 1992). Ce travail nécessite de conjuguer des méthodes et disciplines complémentaires (Osty, et *al.*, 1998).

L'intégration pluridisciplinaire de toutes ces connaissances⁵⁹ ne se limite pas à une simple juxtaposition : la perspective de l'action fait apparaître des besoins de recherche nouveaux et des champs de connaissance scientifique originaux et non couverts. La relation forte qui unit dans les exploitations d'élevage la gestion de l'espace, les pratiques d'allotement et l'organisation du travail en est un excellent exemple (Benoît, 1985 ; Dedieu, 1993 ; Ingrand *et al.*, 1993 ; Jollivet, 1992 ; Josien *et al.*, 1994). Cette zootechnie systémique agroécopastorale, à la croisée de l'agronomie, de l'écologie, de la géographie et au-delà (notamment en sciences humaines), ont fait l'objet de nombreux travaux (Balent et Gibon, 1999 ; Blanc-Pamard et Boutrais, 1994 ; Darré *et al.* 1994 ; Gibon, 1999 ; Hubert, 1999 ; Landais, 1994 ; Lericollais *et al.* 1999 ; Lhoste *et al.*, 1993 ; Milleville *et al.*, 1982...). Nous soulignons surtout deux caractéristiques qui ont reconfiguré le contour (au sens de Bertrand Hervieu, 2002) des disciplines et de leurs sciences, leurs champs (au sens de Pierre Bourdieu, 1997) attachées à la zootechnie et à l'agropastoralisme classiques :

- 1^{ère} concerne l'importance que prennent dans cette démarche notamment en raison de la mobilité des animaux, les dimensions spatiales (Milleville *et al.*, 1982 ; Hubert et Girault, 1988 ; Deffontaines et Lardon, 1993 ; Landais, 1993 ; Hubert 1994) et les dimensions temporelles : temps « rond » du cycle annuel et temps « long » de l'histoire des animaux, des troupeaux (évolution démographique, génétique, etc.), des écosystèmes pâturés (Koechlin *et al.*, 1981 ; Balent *et al.* 1993), des exploitations (notion de trajectoire technico-économique), des systèmes d'élevage locaux (évolution des techniques, des modes d'utilisation du territoire et des paysages produits : Bonnemaire et Raichon, 1989 ; Vissac, 1993) ;
- la seconde concerne la nature « hybride » de certains de ses objets. Pour comprendre le fonctionnement des systèmes d'élevage, et en particulier les phénomènes d'adoption et d'insertion des innovations techniques et/ou organisationnelles, la principale difficulté consiste à rendre compte des liaisons entre les processus décisionnels et les processus biotechniques mis en jeu par le fonctionnement de ces systèmes. En termes de représentation, ceci revient à établir la liaison entre deux modèles de nature différente :
 - l'un est de nature biotechnique. Il vise à rendre compte de la manière dont les performances du système s'élaborent sous l'influence des pratiques mises en oeuvre. Description des différents mécanismes biologiques en jeu dans les processus de production, processus écologiques, etc., en précisant la manière dont ils sont infléchis, modulés par les pratiques ;
 - l'autre est de nature psycho-socio-cognitive : son objectif est de rendre compte du processus de formation des décisions relatives à l'organisation et à la gestion du système (et principalement, des choix techniques, qui sont au centre des préoccupations des zootechniciens, agronomes fourragers et agropastoralistes).

Le couplage entre ces deux sous-modèles repose d'une part sur la modélisation des flux d'information qui alimentent la prise de décision (informations relatives à l'état du système et à celui de son environnement) et, d'autre part, sur la modélisation des pratiques, dont la combinaison constitue à la fois la principale « sortie » des processus décisionnels et une « entrée » pour les processus biotechniques. Le cycle : information-mémorisation-décision-action se trouve de ce fait au coeur de la représentation du « système d'élevage » général.

⁵⁹ Le troupeau, la qualité des produits animaux, le paysage d'un terroir agricole, le mode d'exploitation des surfaces d'un bassin versant constituent par exemple des entités dont la conception et la gestion, par la médiation des techniques, du travail, des équipements et des intrants, requièrent des connaissances spécifiques, en partie indépendantes de celles qui sont relatives aux entités constitutives.

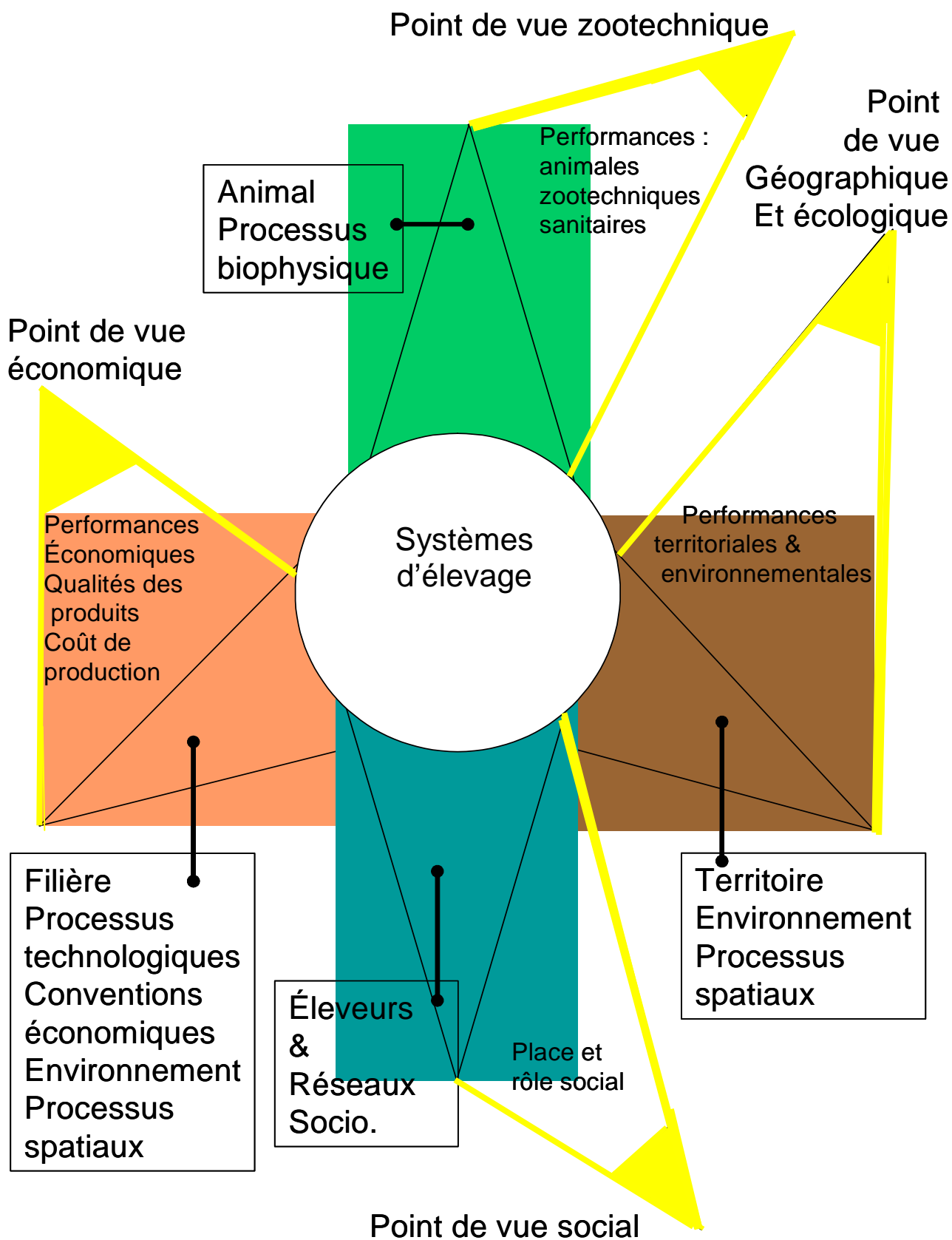


Figure n°42 : Points de vue sur le système d'élevage à partir des années 1990 ;
Illustration reprise du schéma de Landais et Bonnemaire, 1996.

Cette lecture générale systémique mobilise des connaissances et des méthodes issues de diverses disciplines. Certes, les zootechniciens et les agropastoralistes ont toujours été amenés à collaborer avec des chercheurs de disciplines voisines. Cependant, l'irruption des acteurs dans le champ de la recherche donne à l'interdisciplinarité une dimension nouvelle. Les sciences de l'homme et de la société sont désormais directement concernées. Une telle situation n'est pas exceptionnelle lorsque la définition des objets d'étude ne procède pas du mouvement interne de la science mais d'une demande qui lui est extérieure, ce qui conduit souvent à prendre en compte des systèmes complexes où la part des phénomènes biologiques et celle des phénomènes d'ordre culturel, social ou économique ne sont ni égales, ni prévisibles, ni aisées à démêler, mais où il est sûr que les deux sont présents (Legay, 1988). Face à cette situation nous retrouvons la nécessité d'une démarche pluridisciplinaire et même transdisciplinaire (Darré *et al.*, 2004) comme nous l'avons déjà exposé.

Il en résulte notamment la construction d'objets de recherche d'un genre nouveau du point de vue épistémologique, que l'on peut qualifier d'"hybrides" (Landais, 1992) entre ceux des sciences de la vie et ceux des sciences de l'Homme. Pour exemple, notre objet de recherche « sur l'état et la dynamique des couverts herbagers fourragers ». Il s'agit de concilier deux points de vue sur la prairie. Pour l'agronome fourrager, la prairie procédait classiquement de la vision « plante/culture fourragère – prairie » par simple agrégation, et ses propriétés découlaient directement de celles des espèces fourragères qui la composent. Ensuite la prairie est devenue en soi un objet de recherche en agroécologie (Blanfort, 1996).

Pour l'éleveur, ses surfaces fourragères et son troupeau sont une entité qui se construit, à travers un certain nombre de pratiques (choix des reproducteurs et pratiques de renouvellement, mode d'entretien des prairies), sur l'allotement (relation à l'homme, apprentissage du territoire et de ses ressources, apprentissage des rythmes d'élevage), sur les conditions de gestion des ressources primaires (pâtures et eau d'abreuvement) et sur l'état sanitaire (pratiques de conduite). Les propriétés attendues du troupeau (comportement, niveau et calendrier de production, adaptation au milieu d'élevage, aptitude à valoriser et entretenir les surfaces pâturées, etc.) dépendent évidemment de ces pratiques. Il s'agit donc de rendre compte des performances et des fonctions du cheptel sous l'influence de ces pratiques.

Ce champ d'étude est récemment ouvert, il a pour objectif d'établir une continuité entre d'une part les objets des agro-éco-pastoralistes, des zootechniciens, d'autre part les questions relatives à la gestion technique des ateliers d'élevage. Ceci suppose d'intégrer au niveau des plantes des pâtures et des animaux les connaissances disponibles sur les grandes fonctions physiologiques, écophysiologiques. Cet objectif classique est encore loin d'être atteint. En second lieu, la perspective de la gestion conduit à dépasser les pas de temps courts qui caractérisent la plupart des recherches expérimentales pour réintroduire, à l'échelle du fonctionnement de l'écosystème pâturé, des pas de temps plus longs, permettant de saisir les effets cumulatifs ou compensateurs qui prennent tant d'importance dans la pratique. Ceci conduit à s'intéresser à une autre notion familière aux chercheurs des systèmes d'élevages notamment à l'agroécologie des écosystèmes pâturés (Balent et Gibon, 1999 ; Blanfort, 1996).

La construction progressive de l'objet "écosystème pâturé" représente un enjeu important pour la construction de représentations sur les performances et fonctions. Elle permettra de raisonner la construction de nouveaux itinéraires techniques adaptés à des situations et à des contraintes variées.

Structure hiérarchique du système herbager en Guyane

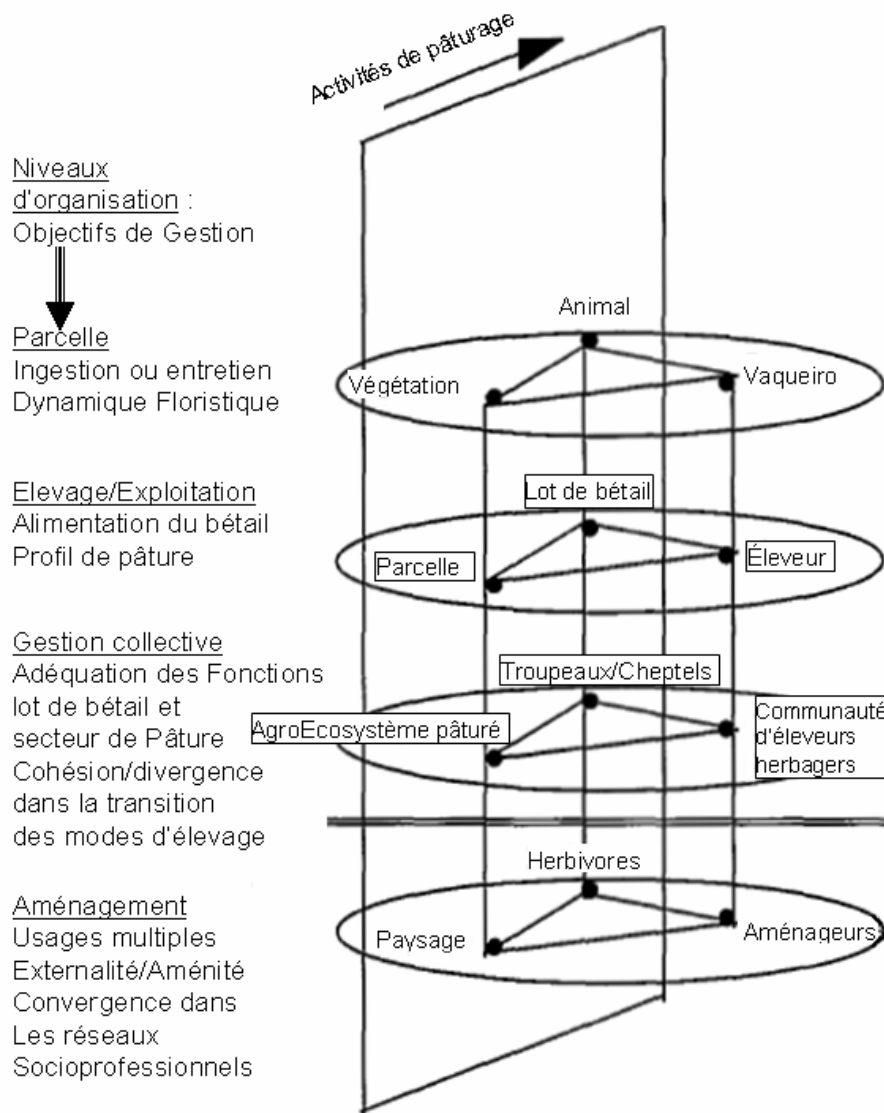


Figure n°43 : Structure hiérarchique du système herbager en Guyane

D'après un modèle conceptuel de la structure hiérarchique d'un système pastoral (Balent et Stafford – Smith, 1991).

L'étude des systèmes d'élevage doit s'inscrire dans une dynamique (dimension temporelle et historique élevée) et multi-niveaux (elle part des divers niveaux d'organisation des acteurs concernés). Elle appréhende les systèmes étudiés tant dans leur complexité que dans leur diversité et se centre sur le problème de la maîtrise de l'élaboration de leurs "performances & fonctions", dont la définition dépend du ou des points de vue adoptés : performances animales (performances pastorales, zootechniques, sanitaires au sens classique), performances économiques (qualité des produits, coûts de production, etc.), performances écopastorales, environnementales ou territoriales... Cette architecture d'ensemble permet d'engager la réflexion sur les fonctions socio-économiques de l'élevage, sur les moteurs de son évolution, sur les références technico-économiques et leur emploi, sur les démarches d'aide à la gestion.

Quand la fourniture de produits animaux reste la principale fonction impartie à l'élevage, le premier objectif est de maîtriser les processus biotechniques mis en jeu dans la production. Mais il faut aussi vendre, et le champ d'étude s'élargit en direction des filières des produits d'origine animale et des processus technologiques qui transforment ces produits.

L'agropastoraliste et le zootechnicien se doivent d'analyser les "nouvelles fonctions" de l'élevage, et de les resituer dans un ensemble complexe de finalités et d'interactions. Les plus importantes d'entre ces fonctions sont de nature territoriale et/ou environnementale (ce qui n'exclut pas des composantes patrimoniales et culturelles). Elles ont pour point commun de mettre en jeu entre autres - des processus spatialisés, et leur étude mobilise de ce fait des concepts et des méthodes en partie similaires.

Nous avons retenu cinq points de vue essentiels comme repères (figure n° : 42) pour notre approche générale concernant les processus :

- biotechniques mis en jeu dans la production animale,
- écologiques,
- technologiques,
- sociaux et les conventions économiques à l'oeuvre dans les filières,
- spatiaux.

Le point de vue centré sur les processus biotechniques permet d'aborder un ensemble de questions qui s'ordonnent principalement au niveau de l'animal ou de la plante en entier, niveau d'analyse et d'interprétation élémentaire classique (Osty, 1988). Le rôle actuel et potentiel des biotechnologies en reproduction, en régulation, des agroécosystèmes, s'examine à la fois sous ses aspects biologiques, technologiques, écologiques, économiques, industriels, sociaux, organisationnels, éthiques... Cette complexité, par ce schéma (Figure n° 42) permet de faciliter la perception des articulations entre des points de vue et entre des niveaux d'analyse différents.

Les activités d'élevage sont inséparables de l'espace dans lequel elles s'inscrivent, dont les caractéristiques les contraignent et qu'elles contribuent en retour à façonner. Tout d'abord il faut tenir compte de l'espace mis en jeu dans le fonctionnement de l'exploitation d'élevage, dimension évidente mais souvent ignorée de l'agronomie et la zootechnie classique, lorsqu'il s'agit d'herbivores au pâturage, mais tout aussi réelle lorsqu'il s'agit par exemple de l'espace mis en jeu par les pratiques d'épandage. Au-delà, on s'intéresse à l'espace des systèmes agraires locaux et régionaux, à la fois support, facteur et produit des activités d'élevage (Deffontaines et Lardon, 1994).

Le système d'élevage s'applique à différents niveaux, de l'exploitation agricole au territoire, aux réseaux socioéconomiques etc. L'imbrication des niveaux est à prendre en compte même si certains niveaux sont privilégiés suivant les études. Les niveaux d'observation dépendent de la problématique et des analyses des pratiques à réaliser. Pour notre étude nos principaux niveaux d'observations ont été ceux des systèmes herbagers et des exploitations d'élevage. C'est la prise en compte des niveaux en croisant différents points de vue qui offre une meilleure pertinence aux observations (Figure n° 43). Cette conjugaison de lecture à plusieurs niveaux avec plusieurs points a permis de monter nos dispositifs de suivis pour lire les interactions fonctionnelles entre les éléments des systèmes étudiés.

Bourbouze en 1986, indiquait que les niveaux à laquelle les pratiques paraissent pouvoir être analysées ne coïncident généralement pas avec ceux à laquelle il est possible de comprendre leurs déterminants et les conditions de leur mise en œuvre. L'étude des systèmes d'élevages passe certes par des monographies, mais aussi des analyses fonctionnelles des situations qui pour être conduites doivent observer des phénomènes variant selon des niveaux d'observation. Les analyses à différents niveaux sont nécessaires pour analyser les pratiques d'élevage. A ces échelles, l'étude de l'emprise spatiale des pratiques d'élevage, en relation

avec les processus écologiques et paysagers avec lesquels elles interfèrent, a un intérêt en termes de gestion de l'espace rural et d'aménagement du territoire. Quelle que soit l'échelle considérée, ceci conduit à distinguer et éventuellement à superposer deux types de découpages spatiaux :

- l'un répond à l'organisation spatiale des flux biologiques, physiques ou chimiques mis en jeu dans les fonctionnements des écosystèmes considérés et conduit à définir des unités écologiques ;
- l'autre répond à l'emprise territoriale des décisions et des pratiques mises en oeuvre par chaque catégorie d'acteurs (les éleveurs, les divers autres usagers de l'espace rural, les entreprises des filières d'amont et d'aval, les organismes de sélection, les administrations compétentes, etc.) et définit des unités de gestion.

Synthèse sur ses concepts systémiques

Ces approches, perceptions et analyses sont guidées par les cadres théoriques sur les systèmes (Fourragers, de cultures, de productions, d'élevages). Cadres qui s'inscrivent dans une vision renouvelée du rôle de la recherche et de la recherche/développement, en l'impliquant dans les sociétés par les demandes sociales et ainsi sortir des cercles scientifiques qui ont trop souvent tendance à se tenir éloignés, isolés dans un monde peuplé essentiellement d'artefacts plutôt que d'objets et de sujets réels (Paillotin, 1993).

Dès ses origines, les sciences animales et sa composante agropastorale se présente comme un projet de synthèse scientifique à visée pratique. Elles s'incarnent dans des doctrines successives, élaborées par des "experts-chercheurs" soucieux d'appliquer aux techniques d'élevage les connaissances nouvellement acquises dans des domaines variés. Les avancées des études scientifiques dans notre domaine se doivent de valider ce pari et conforter les sciences de l'élevage en tant qu'"étude-action" pertinent qui mobilise et combine des connaissances d'origines diverses en fonction d'un projet d'action. Cette nouvelle perception des études dans les systèmes d'élevage, est à l'interface entre les sciences du vivant (sciences intégrées d'agronomie croisées avec les sciences écologiques) et les sciences de l'Homme et de la société, donc "hybride", qu'il appartient aux Agro- zootechniciens de reconstruire.

En définitive, dans la perspective d'une "technologie science humaine", au sens de A.-G. Haudricourt (1964) cette réflexion invite à chercher la voie d'une re-légitimation des "recherches appliquées en élevage", qui ont longtemps été étudiées par l'agropastoralisme et par la zootechnie classiques, en ayant recours aux concepts de "système d'élevage" et de "système fourrager". Concepts qui sont placés en conséquence au coeur de notre étude qui s'inscrit dans une finalité de pérennité de systèmes de production potentialisant les ressources, limitants les externalités, fournissant des aménités (Bailly et Emorine 2003 ; Boiffin *et al.*, 2004) prenant en compte l'écologie du paysage (Baudry J., 1997 ; Bisteau E., Mahy G., 2005 ; Hervieu, 2002).

32. Pratiques et techniques,

Le projet des éleveurs, leurs objectifs (ou fonctions attribuées à leur élevage), leurs façons de prendre leurs décisions ne sont pas faciles à saisir pour des intervenants extérieurs. L'une des clés de lecture passe par l'étude des pratiques qui sont directement observables (Gibon, 1981 ; Landais et Deffontaines, 1990). L'éleveur, acteur et décideur, a des actions qui se traduisent par la mise en oeuvre de pratiques. L'observation de ces pratiques fournit des informations sur les modalités de décisions des éleveurs et leurs visées en matière d'objectifs (Hubert, 1993).

Les pratiques individuelles et collectives se révèlent comme des facteurs importants de notre étude. Ils ont une incidence potentielle élevée sur notre objet de recherche (Caron, 1998). Les pratiques agricoles et leurs changements éclairent sur les stratégies des producteurs (Landais et Deffontaines, 1990). L'approche par les pratiques propose plusieurs points de vue. Pour analyser ce que fait l'éleveur, où, quand, comment et pourquoi⁶⁰, l'étude des modalités des pratiques consiste à les décrire. L'analyse de leur efficacité s'attache aux résultats de l'action. Celle de leur opportunité s'appuie sur la mise en perspective de ces résultats et des objectifs de productions. En cela nous reprenons la distinction claire entre technique et pratique déclinée par de nombreux auteurs (Caron, 1998 ; Landais et Balent, 1993 ; Landais et Deffontaines, 1988 ; Teissier, 1978...) : La technique relève du conceptuel transmissible, la pratique provient d'un contexte particulier. Elles sont liées dans notre démarche comme un continuum fonctionnelle. La lecture s'inscrit au cœur de notre démarche d'échanges entre les études de recherche et actes des éleveurs, comme une forme de traduction des perceptions.

Si de nombreux travaux avaient été réalisés sur les conditions techniques de maîtrise biophysique de la productivité des élevages en Guyane. En revanche, l'étude sur la manière dont les éleveurs concevaient et organisaient leur exploitation a été pris en compte beaucoup plus tardivement (Gachet *et. al.* 1989).

« Distinction des pratiques et techniques »

Pour Teissier (1978), une technique est un ensemble ordonné d'opérations ayant une finalité de production (ou d'accomplissement de fonctions) pouvant être fondé soit sur des connaissances scientifiques, soit sur des connaissances empiriques, ou encore le plus souvent sur un mélange des deux. C'est ainsi que Leroi-Gourhan (1945) explique l'apparition des techniques, par l'influence conjuguée du « milieu extérieur » et du « milieu intérieur ». Teissier (1978) écrivait sur la caractéristique des pratiques : « *Si les techniques peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur qui les met en œuvre, il n'en est pas de même des pratiques, qui sont liées à l'opérateur et aux conditions dans lesquelles il exerce son métier* ». Au plan de la connaissance, il existe un cortège d'origines variées, entre les connaissances selon qu'elles soient directement issues ou non d'un savoir scientifique.

Une technique, processus ordonnée conceptuelle, peut se décrire *in abstracto*, sans référence à une situation concrète (ce qui n'empêche pas de préciser le champs d'application), sous forme d'enseignement « d'énoncés enseignables ».

- Dans le cas d'une technique issue de la connaissance scientifique, il est possible de justifier le choix de la nature des principales opérations qui la caractérisent en répondant en une cascade de questions. La connaissance scientifique se conçoit par de nombreux épistémologues à commencer par Bachelard (1934), comme une construction qui peut démontrer le mécanisme de toute technique (même si quelques « boîtes noires » peuvent subsister).
- Dans le cas d'une technique issue de la connaissance empirique, les relations de causes à effets sont connues, sans en connaître les mécanismes (Teissier, 1978).

En Guyane, les techniques efficaces ont émergées de sources croisées par des modalités de (co)construction multiples. La situation n'était pas bipolaire compte tenu de la circulation des informations et des offres de partenariats divers.

⁶⁰ L'étude des pratiques porte sur les argumentations que l'éleveur fournit sur les raisons de ses choix et les contraintes qui les imposent sur les causes de la mise en œuvre, ou au contraire du rejet ou de l'abandon de certaines pratiques.

La présentation de Teissier (1978) a le mérite de poser le cadre d'appréciation des techniques et leur distinction des pratiques. Nous concernant nous avons aussi voulu tenir compte des savoirs locaux (Dupré, 1991) et des travaux sur l'« empowerment » (Iram, 2003, Lavigne Delville, 2004). Les techniques sont à présent prises dans certains projets comme un processus de co-construction, il n'est plus alors question de conduire séparément de l'évolution des techniques (de façon scientifique ou empirique. La reconnaissance des savoirs des praticiens est dans ces situations reconnue à part entière (Darré *et al.*, 2004). C'est par cette interaction, conjugaison, qu'il peut s'avérer pertinent de construire des techniques applicables, diffusables, transmissibles.

« *Les chercheurs sont loin d'avoir le monopole de la production de connaissances techniques* » (Landais & Balent, 1993). Il est d'ailleurs important de se souvenir de cette remarque avant d'aborder les domaines où les savoir-faire proviennent surtout des praticiens – producteurs. Position reprise par Darré *et al.* (2004) qui souhaite un développement de la reconnaissance des savoirs locaux, non pas pour « renverser » le savoir issu de la recherche, mais pour limiter les transferts de savoir techniques « top down / descendant » et prendre en compte les mouvements issus des savoir-faire « bottom up / ascendant » afin de trouver le niveau pertinent d'alliance entre ces deux sources de savoirs.

« Les pratiques et stratégies des exploitants »

L'activité qui constitue une pratique n'est pas fortuite. Les pratiques « *traduisent au contraire la mis en œuvre, pour faire face à des circonstances déterminées, d'une réponse socialement construite à partir de référence et de règles relativement stables* » (Landais et Balent, 1993). La forme de cette réponse résulte elle-même d'un processus structuré de création ou d'appropriation et d'adaptation d'un énoncé technique exogène. Les éleveurs placés dans une situation d'incertitude adoptent une démarche « d'essais / erreurs » jusqu'à obtenir des solutions techniques qui leur semblent acceptable et maîtrisables sur le plan d'une mise en pratique générale (suivant les contraintes territoriale et d'organisation sociale). Solutions qui semblent donc plus satisfaisantes du point de vue de leur propre projet, plutôt qu'optimale (Bonnet *et al.*, 2003 ; Newell et Simon, 1972). Dans cette logique, les pratiques des éleveurs peuvent être considérées tout à la fois comme le reflet des conceptions qu'ils se font du réel. Ils interviennent, comme la traduction plus ou moins satisfaisante (à leurs yeux) du projet global qu'ils entretiennent avec leur famille sur leur exploitation et plus largement sur leur propre existence, ainsi que le résultat de la mise œuvre des règles qu'ils se donnent pour orienter jour après jour leur propre action.

Les pratiques, en raison de leur matérialité, représente pour nous des indicateurs précieux des conceptions de projets des éleveurs, de leurs règles. Pour Landais et Balent (1993) il suffit de "remonter" des pratiques aux raisons qui les sous-entendent « on connaît les projets par les pratiques, on comprend les pratiques par les projets ». Les individus ou groupe d'individus agissent en fonction des "représentations" qu'ils se font. Ce sens est aussi réciproque : ces "représentations" sont elles-mêmes le produit des pratiques (Friedberg, 1992). Les conséquences qui découlent de la mise en œuvre d'une pratique résultent des interrelations qui caractérisent le fonctionnement des systèmes considérés à différentes échelles d'organisation. Elles sont prises en compte par les acteurs, dans la mesure où ils sont en mesure de les apprécier⁶¹. D'où la nécessité de croiser des enquêtes auprès d'acteurs à plusieurs niveaux avec des observations relevées notamment lors de suivis (Gibon, 1981 ; Hubert *et al.* ; 1993).

⁶¹ Cela dépend du niveau d'appréciation, par exemple à celui de l'exploitation l'éleveur peut juger de l'organisation de son travail, en revanche pas forcément sur les effets néfastes sur l'environnement d'une pratique particulière.

« L'élevage et ses pratiques »

Par pratique, notamment en matière d'élevage, Landais et Deffontaines (1988) désignent l'ensemble des activités matérielles intentionnelles et régulières que les éleveurs développent dans le cadre de leurs conduites des processus de production agricole.

Les effets d'une pratique se mesurent sur les objets directement et matériellement concernés (Landais et Balent et 1993), effets qui sont pour exemple en élevage les :

- ↳ pratiques de gardiennage (et de guidage par l'enclosement) sur l'ingestion (Meuret, 1993),
- ↳ pratiques fourragères sur la gestion de leur stock (Theau et Gibon, 1993),
- ↳ modes de gestion agroécologique des prairies (Balent, 1995).

Pour devenir efficaces en terme de régulation et de développement, les connaissances acquises sur les actes biotechniques des systèmes d'élevage doivent être complétées par la compréhension des "raisons" qui expliquent leur adoption. Cela amène à s'intéresser aux stratégies des éleveurs (Caron, 1998). Pour caractériser les stratégies des éleveurs, Girard et al., (1994) proposent d'explicitier le cheminement décisionnel dont les pratiques découlent. Il ne s'agit pas pour autant de reconstruire un modèle de l'ensemble du système à partir d'une combinaison d'algorithmes exprimant les différents mécanismes en cause, mais plutôt partir des heuristiques mises en causes pour caractériser les principales informations traitées, portant sur l'état du système, et qui sont à l'origine des prises de décision d'ordre technique, ainsi que de formaliser ces dernières d'une manière intelligible. Pour Caron (1998) il s'agit là d'une construction d'un modèle d'action. Cette construction vise, pour le technicien ou le chercheur, à élaborer une représentation de la réalité qui rende compte de ce qui apparaît important pour l'éleveur dans la conduite du système (Hubert, 1994).

Nous concernant, il s'agit de rendre intelligible les décisions du producteurs par la mise en évidence de cohérences révélées par son comportement. Chauveau (1997) parle du : « *résultat d'une construction de l'observateur à partir des données hétérogènes (observations empiriques des pratiques ; déclarations des acteurs eux-mêmes sur leurs mobiles, motifs et objectifs ; indices logiques identifiés par l'observateur, etc.). Mais aussi de points de vue hétérogènes, ceux des acteurs et ceux des observateurs orientés sur tel ou tel problème* ». Afin d'accéder au sens du discours des éleveurs, Darré (Darré et Hubert, 1993), indique qu'il faut tenter d'accéder au "système de pensée" de l'éleveur en augmentant les moyens dont ils disposent pour valoriser les produits du dialogue, pour comprendre, au-delà des actes, les raisons des actes, et, en quelque sorte en amont des raisons invoquées, les façons de concevoir les choses et les évaluer. Cette démarche offre au dialogue avec les éleveurs, comme moyen central de la recherche – action, un statut scientifique mariant à des méthodes d'études agronomiques inspirées du champ de la socio-anthropologie (Darré, 2004, Dupré, 1991 ; Landais et Balent, 1993 ; Lericollais, 1999).

Ainsi le modèle d'action peut s'avérer un concept utile pour décrypter la dialectique entre les "actes-logiques" de l'éleveur et les circonstances. Après avoir fait l'objet d'une première définition sous l'expression de « modèle général » (Duru et al., 1988), le concept de modèle d'action a été proposé par Sebilotte et Soler (1990) pour représenter l'organisation des prises de décisions des éleveurs dans le cadre d'un processus récursif et adaptatif permanent. L'acteur réajuste ainsi de manière conjointe ses finalités et son action sur la réalité. Il se constitue, pour se faire, un véritable guide pour l'action, dont la représentation, par le chercheur, peut s'organiser autour d'un ou plusieurs objectifs généraux, d'un programme prévisionnel et des "états objectifs" intermédiaires et d'un corps de règles (Caron,

1998). Concernant les corps de règles, B. Hubert (1994), distingue des règles générales et des règles circonstanciées :

« Les premières s'appliquent inéluctablement pour la satisfaction du projet ; elles traduisent la construction du système en opérations techniques concrètes, quels que soient les événements du moment.

Les secondes, à l'inverse, sont activées par une information relative à l'état de certains des éléments du système : elles déclenchent conditionnellement des actions, qui connaissent différentes modalités ou dont la mise en œuvre peut être avancée ou retardée selon les conditions du moment. La formalisation de ces règles éclaire sur le système d'information utilisé par l'éleveur dans le processus d'autodiagnostic qu'il met en œuvre pour réaliser ses différentes opérations techniques ».

Par cette approche, il est possible de repérer des décisions remarquables qui scandent la conduite de la campagne annuelle et d'identifier des phases finalisées à partir du découpage issu des décisions remarquables. La mise en évidence de corps de règles, définis à partir de l'observation des pratiques et la formulation de modèles d'action, permet de caractériser les stratégies des producteurs (Caron, 1998).

33. Conduites d'élevage et pratiques spécifiques d'élevage

Les élevages suivant leur localisation connaissent certes des pratiques spécifiques. Toutefois certains cadres et logiques invariants peuvent se dégager, notamment pour guider les analyses. De nombreux travaux proposent des repères génériques (Bellon, 1999 ; Caron, 1998 ; Landais, 1987 ; Jossien, 1994 ; Loiseau, 1998 ; Rook et Tallowin, 2003) concernant des types de pratiques, ils distinguent les pratiques :

- d'agrégation (allotement), opération de constitutions des différents troupeaux (lots). Ces pratiques, mises en place chez les éleveurs permettent un ajustement et une régulation du système d'élevage et plus particulièrement du système fourrager. Elles déterminent en partie la nature des autres pratiques,
- de conduite qui regroupent l'ensemble des opérations effectuées par l'homme en vue d'assurer leur entretien et les mettre en conditions, de reproductions, de production et d'autres fonctions,
- d'exploitation qui regroupe l'ensemble des opérations par lesquelles l'homme exerce un prélèvement sur les animaux qu'il entretient à cette fin. Ce sont les produits de ces prélèvements qui constituent les productions animales,
- de valorisation qui concernent les productions animales. Ces pratiques ont une part plus importante dans les systèmes où les productions animales subissent une transformation,
- d'agrégation territoriale (îlotement) qui correspondent à une recomposition du territoire, par le regroupement de parcelles, secteurs de pâtures,
- de modification et de pilotage du substrat végétal pour satisfaire les besoins alimentaires fourragers du bétail, rythme de rotation, niveau de chargement...
- d'aménagement du territoire des exploitations d'élevage par la mise en place d'infrastructure : point d'abreuvement, corral, clôture...,
- d'affectation d'une parcelle ou d'un parcours à un usage particulier à un moment donné et pour une période définie : pâturage par un lot défini, mise en défens, restauration...

Les pratiques portant sur les animaux ou sur les territoire ne sont pas indépendantes. La relation "ressource/troupeau", au niveau du territoire pâturé, est pilotée par un éleveur qui met en œuvre différentes pratiques de conduite du pâturage en fonction des informations qu'il se donne sur l'état des termes de cette relation (Hubert, 1991). De même, les catégories de pratiques territoriales ne sont pas indépendantes entre elles.

Ces pratiques et les stratégies qui y sont liées (ainsi que les tactiques pour les situations plus conjoncturelles), se doivent d'être perçues suivant l'échelle temporelle. Landais en 1987, s'inspirait de l'œuvre de Giono pour en distinguer des pratiques qui s'inscrivaient dans le temps rond ou dans le temps long. Le temps rond permet de décrire un enchaînement continu de cycles supposés identiques. Le temps long correspond à des évolutions sans lesquelles il serait impossible de percevoir ou d'interpréter les systèmes d'élevage.

Pour Vissac (1994), il est possible de définir un pas de temps pour l'observation d'une pratique ou l'analyse d'une stratégie. Il correspond à ce qui peut être décliné comme sa durée de vie, c'est-à-dire au temps nécessaire depuis sa conception jusqu'à l'observation des effets escomptés. Les pas de temps privilégiés sont alors ceux de l'action et de la décision :

- le mois et l'année pour les pratiques portant sur les animaux et celle de gestion du couvert végétal et d'affectation de cette ressource (suivant les fonctions attribuées aux parcelles ou secteurs de pâture) à certains lots/troupeaux suivant leurs propres fonctions,
- les cycles pluriannuels rythmés par les années à climatologie extrêmes et dont la durée des saisons froide/chaude - humide/sèche, est variable, pour la mise en œuvre de pratiques sécuritaires, comme la constitution de stocks fourragers ou le maintien d'animaux peu productifs dans le troupeau,
- la vie de l'exploitation⁶² pour les pratiques d'agrégation et d'aménagements fonciers.

Les pas de temps pertinents pour l'action et la décision se doivent d'être distingués de ceux qui le sont pour l'élaboration de la connaissance, même s'ils ne sont pas indépendants.

Ce passage sur les pratiques, les stratégies et objectifs des éleveurs montre la diversité et la complexité des relations qui s'intègrent entre éleveur, écosystème pâturé, troupeau et territoire. La compréhension de ces systèmes de relations nécessite de dépasser le strict cadre méthodologique classique des approches expérimentales. Il s'avère nécessaire de construire de nouveaux cadres théoriques qui offre un nouveau contour des sciences (Darré *et al.*, 2004 ; Hervieu, 2002 ; Moulin *et al.*, 2001...) offrant notamment une synergie entre science du vivant (s'appuyant principalement entre la biologie, l'écologie et l'agronomie) et sciences humaines. Ce courant qui a commencé à être reconnu dans les années 1980 - 1990 (Daget et Godron, 1995 ; Darré, 1994 ; Landais et Balent, 1993...) a permis d'aborder de nouveaux enjeux : la gestion de l'espace, l'écologie des paysages (Burel et Baudry, 1999 ; Forman et Godron, 1988), les aménités/externalités des élevages⁶³, la durabilité des écosystèmes pâturés (Heitschmidt et Walker, 1996), la multifonctionnalité des élevages et des pâtures (Durand *et al.*, 2002).

⁶² Sur l'aspect de la vie de l'exploitation, il faut aussi distinguer différents temps long : celui des évolutions agraires historiques, et le "temps rond en cycle". Les phénomènes, comme les trajectoires d'accumulation, se répètent d'une génération d'exploitations à l'autre, ainsi, nous sommes dans la situation des "cycles de vie".

⁶³ Livestock, Environment and Development LEAD Initiative / Initiative LEAD Elevage, Environnement et Développement / Iniciativa LEAD para Ganaderia, Medio Ambiente y Desarrollo LEAD, URL : <http://www.virtualcentre.org/>

PARTIE II Contexte de l'étude

L'herbage au fil du temps en Guyane, son évolution, son importance, sa gestion

Pendant trois siècles, la Guyane a été perçue comme un réservoir, un potentiel fourrager. La forêt occupe 97 % du territoire, mais les gestionnaires, les aménageurs, presque toujours exogènes (Mam-Lam-Fouk, 1996), ont eu tous des impressions biaisées en raison de leurs "grilles" d'analyses et de lectures du perçu inaptés à saisir les réalités.

1. Dynamique de l'élevage du bétail et pâture en Guyane

Vivier en 1984, illustre ce problème avec la luxuriance de la végétation qui laissait à penser pour des européens que ce pays était fertile, ce qui signifiait que le terrain, le sol l'était aussi !... Des perceptions négatives ont aussi existé, mais avec toujours des déformations importantes et excessives. Même les études dites "scientifiques" se bloquaient dans leurs propres paradigmes⁶⁴, et elles n'arrivaient pas à faire émerger des règles aptes à comprendre la fonctionnalité des éléments de ces systèmes écologiques très différents de ceux connus par l'agronomie occidentale de l'époque.

La recherche depuis 1980 –1990 est peu à peu passée d'analyses strictement normatives et analytiques, à des études systémiques tenant compte de la dynamique fonctionnelle du vivant. Les vastes savanes herbeuses ont été perçues, aux XVIII^e et XIX^e siècles, comme un extraordinaire potentiel fourrager pour l'élevage du bétail. Puis, des perceptions opposées sont apparues, considérant ces ressources inadaptées pour développer un élevage moderne, productif et intensif, notamment dans les années 1970. Au cours de ces années, la notion de fertilité pour cette région n'avait pas évolué, elle était toujours perçue à travers la corrélation normative entre la végétation luxuriante et la fertilité du sol (Vivier, 1984). L'Etat, à cette époque (années 1970), souhaitant développer l'élevage. Il a en conséquence suivi les recommandations de la recherche et du développement en ne créant des prairies que sur des terrains déforestés avec des espèces fourragères exotiques censées atteindre des productivités supérieures à 14 tonnes de MS.an⁻¹.ha⁻¹.

Le perçu, l'usage et le géré en matière fourragère en Guyane illustrent combien le temps fait évoluer les regards. De la nature généreuse, à la nature devenant trop pauvre aux yeux des gestionnaires de ce territoire, l'élan des physiocrates est arrivé en Guyane apportant son savoir agronomique au service entre autres des prairies et du bétail en "domestiquant" les milieux, les éléments... Un rappel rapide de cette curieuse histoire herbagère guyanaise peut fournir aux lecteurs d'importantes clés pour la compréhension de la situation actuelle des pâturages.

1.1. Ressources locales pâturées depuis le XVII^e siècle

Dans le territoire guyanais se trouvent des "incrustations" de végétation herbacée, principalement le long de la bande côtière, appelées savane ou hatte⁶⁵. Ces zones herbacées se trouvent aussi en région amazonienne du Brésil, de Colombie, du Vénézuéla, dénommées « savanna, sabana, llanos » ou « campo cerrados » (Rippstein, 2001). Ces savanes en Guyane couvrent moins de 2 % de la surface du territoire.

⁶⁴ Principe théorique de pensée qui oriente la recherche et la réflexion scientifiques (Bibliorom Larousse, 1997). D'après Thomas Kuhn en 1962 et Ludwik Fleck, un paradigme est une règle admise et intériorisée comme une « norme » par la communauté scientifique, à un moment donné de son histoire et de son contexte, pour, délimiter, problématiser et analyser des « faits » qu'elle juge dignes d'étude même dans d'autres temps, lieux, contextes..

⁶⁵ Provenant du terme *hattier* dérivé du créole espagnole Hato pour signifier le troupeau. *Hattier* signifiant : gardien de bétail et par la suite éleveur (Le Roux, 1994) – La zone littoral N-E se nomme toujours les hattes.

Les savanes, au cours de l'histoire coloniale, ont fait croire aux colons qu'elles constituaient un pâturage capable de supporter un important cheptel (Vivier, 1984a). « *Le bétail réussira ici à souhait, il y a des savanes immenses propres à en contenir une grande quantité* » (Maillart-Dumesles, 1787 cité par Le Roux, 1994). Cependant, dès les premières ménageries installées (XVIII^e siècle), le constat sur la qualité de la végétation locale pour nourrir les animaux fut plus sévère « *...pousse qu'une mauvaise espèce d'herbe peu nourrissante et qui devient si dure en été que le bétail ne peut la manger...* » (Lescallier, 1787, cité par Le Roux, 1994). Ces savanes sont soumises à des situations pédoclimatiques extrêmes, très bien décrites par J. Hooek en 1962 « *Le paysage, ouvert sur de larges espaces [savane exondée], présente une sécheresse relative, malgré le total annuel des pluies, une ventilation plus importante que celle sous forêt et, surtout une insolation intense, en particulier pendant les saisons sèches sous un ciel constamment limpide... Cette action photoxérique, jointe à celle du sol, nous semble prépondérante ici...* ». Brûler les savanes fut la seule pratique pertinente pour améliorer ces pâtures du XVIII^e au XX^e siècle. « *On brûle les savanes pour faire pousser d'excellentes herbes* » (La Barre, 1671 cité par Le Roux, 1994). « *Dans les savanes, le feu passe tous les ans. L'herbe desséchée et dure se remplace par une nouvelle herbe plus tendre et plus remplie de suc. Voilà en général toute la culture que requièrent les pâturages connus dans la Guyane sous le nom de savanes naturelles.* » (Béhague, 1768 cité par Le Roux, 1994).

Le classement des savanes guyanaises se fait généralement suivant leur couverture en eau : inondées en permanence, partiellement et temporairement inondées, exondées basses (pouvant être temporairement inondées suite à des engorgements induits par de fortes pluviométries), exondées hautes. Ce sont ces prairies exondées (45 000 ha) qui s'avèrent le plus pâturées⁶⁶. Les savanes basses (20 000 ha) sont composées de cypéracées, de *Paspalum* spp, où se trouvent souvent les "zoreilles d'âne" *Byrsonima verbascifolia*. Les savanes hautes, les plus intéressantes généralement sont composées de graminées plus hautes : *Axonopus* spp., *Andropogon* spp., *Panicum* spp (Thomassin, 1960). En 1962, J. Hooek, dépassait le concept de Tansley (1926) : « fire – climax » pour qualifier le niveau de contraintes de ces savanes guyanaises en les caractérisant de : « sun and rain climax ». La végétation des savanes s'est sélectionnée pour supporter des niveaux hydriques élevés à certaines saisons et d'extrêmes sécheresses à d'autres. La biologie adaptative de ces plantes a pour revers d'induire de faibles productions (300 - 700 kg⁻¹.ha⁻¹ de MS) et de rendre le potentiel fourrager peu appétible et peu digeste⁶⁷.

Les premières mises en valeur agricoles en Guyane ont été réalisées par les Jésuites dès le XV^e siècle. Les ressources fourragères spontanées suffisaient aux rares animaux domestiques de la colonie. Leur fonction première était l'énergie pour la traction de charrette, le fonctionnement de moulin à cannes et autres (Le Roux, 1994). La France, en 1763, après la guerre de Sept Ans, perd ses colonies des Indes et du Canada. Louis XV décide alors de reprendre la colonisation de la Guyane, afin de posséder une tête de pont sur le continent américain. Le Ministre Choiseul (guerre et marine) ordonne de chasser des affaires les jésuites de Guyane et entreprend une re-colonisation connue des historiens sous l'intitulé : "l'expédition de Kourou"⁶⁸. L'élevage s'inscrivait dans ce projet d'expédition. Il était même prévu d'exporter de la viande aux Antilles (Mam-Lam-Fouck, 1996).

⁶⁶ Les savanes marécageuses peuvent s'avérer, surtout pour les buffles, des pâturages appréciables suivant la fréquence de graminées comme *Echinocloa polystachia*.

⁶⁷ Pour Thomassin (1959) 25 % des savanes avaient une flore offrant des ressources fourragères directement pâturables par des bovins ; 50 % étaient inutilisables par les bovins et même les bubalins et les 25 % restants pouvaient faire l'objet d'aménagement.

⁶⁸ L'expédition de Kourou en 1763 : organisée par Choiseul (Minister de du Roi Louis XV), a visé à l'immigration de colons Français - il en viendra 12 000 et pour terminer en désastre avec 8 000 morts, les rescapés fuyant sur les îles du diable (depuis lors nommées les îles du salut).

Malgré l'échec dramatique⁶⁹ de cette "expédition de Kourou" (1763-1764) commandée par Choiseul pour re-coloniser la Guyane, un Commissaire Général de la Marine (Maillart-Dumesles), en 1776, fit venir de Métropole, 1 500 têtes de bovins qu'il distribua aux rescapés de l'expédition de Kourou en vue de créer des "ménageries"⁷⁰ (Thomassin, 1960). A la suite de cette initiative, l'élevage du bétail se développa pour atteindre des effectifs importants de l'ordre de 15 à 16 000 têtes (Sagot, 1870 cité par Vivier, 1984b) et peut-être 25 000 si sont comptés bovins et bubalins (Thomassin, 1960, p. 1). A la fin du XVIII^e siècle il y eut même des exportations des surplus vers les Antilles. Cette situation a perduré jusqu'à l'invasion portugaise (1809-1817) (Mam-Lam-Fouck, 1996). « *Les nouveaux arrivants taxent les "Hattiers" de telle sorte qu'après 1817, date du retour de la Guyane dans la mouvance française, le troupeau se trouve réduit de moitié* » (Vivier, 1984b).

Lors de la période de la montée importante des effectifs du bétail à la fin du XVIII^e siècle, le manque chronique de fourrage pâturable a révélé à quel point les ressources fourragères des "immenses savanes" étaient limitées et surtout saisonnières. Ce constat a induit des tentatives d'amélioration des savanes. L'introduction d'espèces fourragères date de cette époque : en 1800 fut introduite en Guyane, l'herbe de Guinée (*Panicum maximum*), afin d'être implantée dans les savanes pour améliorer le potentiel fourrager des végétations herbacées (Thomassin, 1960). *Hyparrhenia rufa* (le jaragua) aurait été importé d'Afrique et introduit dans l'actuelle Amazonie brésilienne par les bateaux qui transportaient les esclaves (Topall et Duru, 2003). A cette époque, aucune mise en application gérée et gérable n'a pu aboutir car le niveau de contraintes du milieu nécessitait des travaux trop importants et longs pour arriver à une mise au point pratique en terme de multiplication et de gestion de plantes exotiques. Le temps surtout a manqué en raison des perturbations engendrées par l'occupation anglo-portugaise.

A partir du milieu du XIX^e siècle l'activité d'élevage à vocation productive va décliner en raison de mutations sociales et politiques très importantes. La société guyanaise a en effet connu une recomposition sociale irréversible qui a été engendrée par la conjonction d'événements très différents : abolition de l'esclavage (1848), ouverture du bagne (1852), ruées vers l'or (dès 1855), perte d'une partie importante du territoire, équivalent à l'actuel de l'Etat de l'Amapa⁷⁰ du Brésil entre les fleuves Oyapock et Araguay (perte effective en 1856, ratifiée en 1900). Le cheptel est alors géré suivant une logique de rente, sans soucis productifs. Il va peu à peu diminuer. Quand la France reprend possession de la Guyane (1917), les effectifs bovins sont autour de 8 000 têtes. Le plus bas niveau est atteint en 1973 avec seulement 1 380 bovins dits "de race Créole" (Arnaud, Nobile & al., 1976 ; Vivier, 1984a&b). En conséquence, pendant plus d'un siècle les préoccupations fourragères avaient disparu autant des cercles de gestion (de pouvoir) du territoire que dans les populations.

12. Recherche sur la productivité herbagère

La volonté de valoriser le potentiel fourrager de la Guyane réapparaît dans les années 1950. Cette volonté s'inscrit dans la dynamique de développement de la Guyane, induit par la départementalisation de la colonie en mars 1946. Les études ont été relancées par le Bureau Agricole et Forestier de Guyane (BAFOG). Elles ont consisté à apprécier le comportement de plantes fourragères introduites ou locales et des savanes en l'état. Ce bureau a notamment pu montrer la pertinence de certaines savanes comme pâture sur les terrains à sables jaunes dont la flore se caractérise par la présence d'*Axonopus fissifolius*.

⁶⁹ Compte tenu du nombre de morts et du très piètre nombre de colons survivants qui sont restés et ont surtout réussi à s'installer dans la colonie.

⁷⁰ Soit en superficie : 143 453 km², la Guyane actuelle couvre 91 000 km².

En matière de gestion des parcours de savanes, le BAFOG instaurait principalement comme recommandations techniques, le recours à la fertilisation phosphatée et azotée⁷¹ avec la rotation systématique des pâturages comme principe de base (Thomassin, 1960). L'application de ces techniques a montré, par expérimentations, que des pâtures conduites intensivement pouvaient dépasser en charge les 600 kg de poids vif.ha⁻¹. Les fertilisations favorisent le développement des espèces fourragères qui peuvent grâce à une rotation adaptée induire une évolution du faciès herbager de plus en plus fourrager (Hooek, 1971).

En parallèle à ces travaux sur les savanes, des collections de plantes fourragères sont expérimentées par le BAFOG (encadré n° : 1). Les principaux résultats acquis grâce à ces études portent sur l'adaptation et le comportement de ces plantes fourragères hors contrainte de pâture (Thomassin, 1960). Le BAFOG a apporté les fondements des connaissances et des techniques permettant l'intensification et la productivité des ressources fourragères en Guyane. Toutefois les modèles d'élevages qui en découlent n'ont pas su trouver d'échos auprès de la population.

Tableau n° : 2

Espèces fourragères introduites et expérimentées par le BAFOG : 1953 - 1959	
Graminées	Légumineuses
<i>Brachiaria mutica</i> (herbe de Para)	<i>Glycine max</i> ou <i>Glycine hispida</i> ou
<i>Digitaria decumbens</i> (herbe de Pangola)	<i>Soja hispida</i> (soja)
<i>Melinis minutiflora</i> (herbe du Brésil)	<i>Phaseolus lunatus</i>
<i>Panicum maximum</i> (herbe de Guinée)	<i>Phaseolus mungo</i>
<i>Pennisetum purpureum</i> (herbe à éléphant)	<i>Phaseolus radiatus</i>
<i>Pennisetum clandestinum</i> (Kikuyu de la Réunion)	<i>Pueraria phaseolides</i> (kudzu)
<i>Tripsacum laxum</i> (herbe du Honduras)	<i>Vigna sinensis</i> (pois yeux noirs)

Les pratiques des systèmes d'élevage en place et les techniques d'élevage préconisées se sont révélées comme étant de deux "mondes" parallèles ! L'élevage local doit d'abord remplir une fonction d'assurance, de sécurité et d'épargne (Dedieu, 1995).

Pour le BAFOG la fonction principale de l'élevage est de produire. D'après le maître d'œuvre de ce bureau, « les éleveurs guyanais ont une méthode d'élevage [qui] est un échec technique et financier. Ils ne possèdent aucune instruction de base [...], n'ont pour la plupart aucune ressource financière notable et parfois même aucun goût pour l'élevage au sens normal de ce mot » (Thomassin, 1960).

Les travaux agronomiques et zootechniques du BAFOG ont su présenter et valider par des essais des solutions techniques adaptées aux contraintes du milieu pour permettre un "productivisme fourrager", mais il restait à trouver des éleveurs pour mettre en pratique ces techniques ! L'absence d'éleveurs souhaitant impliquer leur élevage dans des processus intensifs s'est donc révélée comme le "verrou" majeur au "productivisme" "moderne" des savanes au cours des années 1960 ! Les seuls travaux réalisés sur les fourrages, en Guyane, lors de ces années, ont été menés par l'Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières (IRAT) qui avait créé une collection (pour compléter les connaissances sur le comportement des espèces fourragères⁷²) et conduit des expérimentations sur quelques graminées (Borget, 1966).

⁷¹ L'usage des engrais organiques était aussi souligné dans les recommandations techniques du BAFOG.

⁷² L'ensemble des espèces étudiées par le BAFOG ont été à nouveau travaillées avec en plus quelques espèces supplémentaires : *Brachiaria arrecta* tanner, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis*, *Ischaemum indicum*, *Ischaemum timorensis*, *Hemarthria altissima*, *Brachiaria brizantha* cv Usda

Dans les années 1970, l'Etat instaura un vaste programme de développement, baptisé : "Plan vert" qui comportait un important volet dans le domaine de l'élevage bovin qui est même devenu le volet principal de ce plan (Vivier, 1995). L'Etat français et la Commission des Communautés Européennes ont sollicité un bureau d'études⁷³ pour monter un dossier de faisabilité d'un « programme de développement de l'élevage bovin sur la zone côtière de la Guyane française » (Arnaud, Nobile *et al.*, 1976). Ce dossier s'appuie sur des études menées directement par les personnes impliquées dans ce bureau d'études et des recherches réalisées par le Bafog, l'Inra, l'Irat, l'Orstom.

Il en ressort des modèles théoriques de pensée qui ont orienté la mise en œuvre de l'opération de développement, notamment en matière de ressources fourragères. Les savanes y sont considérées comme trop pauvres pour obtenir les gains de productivités zootechniques à l'hectare nécessaires (450 kg de viande - carcasse.ha⁻¹.an⁻¹ d'après Letenneur & Matheron⁷⁴, 1991 p. 63.) pour obtenir un équilibre économique des élevages. Pour illustrer la perception des savanes à cette période voici deux phrases percutantes (la première est issue d'une mission de développement ; la seconde provient d'une étude scientifique) :

- ✓ « Les sols de savanes étant inaptes à une production rationnelle et importante » (Arnaud, Nobile *et al.*, 1976).
- ✓ « Les savanes sont inutilisables, même les essais de *Brachiaria* pour le pâturage sont médiocres à franchement mauvais suivant le degré de podzolisation de ces sols » (Blancaneaux, 1981).

Toutes les études pédologiques menées à cette époque notamment par l'Orstom ont révélé à quel point les sols des savanes étaient non seulement pauvres chimiquement, mais présentaient surtout des très fortes contraintes hydriques : mauvaise dynamique hydrique, le drainage est souvent horizontal ou vertical bloqué. En période de sécheresse ces mêmes sols (très hydromorphe sous pluies) se révèlent sans réserve en eau (peu d'argile et de matière organique dans les horizons supérieurs)⁷⁵.

Un premier paradigme est directement issu des conclusions de ce dossier sur les savanes : la mise en culture de prairies de terrain déforesté se révèle à l'époque comme la seule solution fiable pour obtenir une productivité fourragère élevée (> à 8 tonnes de MS.ha⁻¹). Tous les projets de mise en valeur des savanes sont proscrits. Le remplacement de la forêt par des prairies s'avère aussi écologiquement pertinent, des études sur prairies ayant montré qu'elles étaient de très bonnes cultures de cicatrization, notamment pour éviter ou limiter les risques d'érosion (Lefeuvre, 1984). La démarche qui avait été préconisée par le BAFOG⁷⁶, a été considérée comme trop risquée et aléatoire malgré les résultats obtenus. Reprendre cette démarche demandait de tenir compte de la géomorphologie et de la biogéographie de l'espace. L'opération de développement dont l'Etat français était maître d'ouvrage souhaitait un aménagement géométrique du territoire (Vivier, 1995). Deuxième paradigme de ce dossier : les prairies doivent être des monocultures. Les auteurs du dossier d'études puis le maître d'œuvre du programme excluent de pratiquer des mélanges (plusieurs espèces de graminées) et considèrent qu'il est préférable d'éviter toute tentative d'associations (graminées - légumineuses).

⁷³ SGET International

⁷⁴ Information issue de : "approche économique d'élevages bovins viande. Plan de développement agricole de la Guyane" – Jenty Anne-Caroline, Inra-Sad Guyane, 1986.

⁷⁵ Boulet, Fristch, *et al.*, 1978 ; Boulet, Brugière, *et al.*, 1979, Cabidoche, 1984 ; Humbel, 1978 ; Turenne, 1975

⁷⁶ « Les premières observations réalisées par les techniciens du BAFOG ont surtout porté sur la partie des savanes où ils pouvaient accéder et sur laquelle 99 % du cheptel subsistait ; aussi ont-ils recherché dans quelle mesure ces savanes pouvaient être améliorées ou mieux exploitées en faveur de l'élevage. [...] Le milieu naturel étant mal connu, il fallait rechercher dans quelle mesure on pouvait améliorer les conditions naturelles » (Thomassin, 1960).

L'implantation de prairies monospécifiques a été une règle forte lors du "Plan vert" (Béreau et Vivier, 1985 ; Béreau, 1995). « *Il semble bien que l'intensification fourragère souhaitable dans beaucoup de pays tropicaux, soit plus aisée en utilisant des graminées pures.* » (Salette, 1967 cité par Béreau et Vivier, 1985). On retrouve cette règle dans tous les pays de l'Amazonie (Rippstein *et al.* 1996 ; Chauvel *et al.*, 1997). Cette volonté de créer des prairies monospécifiques était aussi un paradigme important chez les agronomes européens dans les années 1970 : « *En Europe, tous voient dans la culture monospécifique un facteur de progrès décisif dans la maîtrise de l'alimentation des animaux* » (Mansat, 1973).

Le troisième paradigme porte sur le recours à des espèces exotiques, africaines principalement. Aucune espèce végétale locale, potentiellement fourragère, n'a été retenue pour la création de prairie par le bureau d'études préalable au "Plan vert". Sur ce point ce dossier s'inscrit dans une logique de pensée généralisée dans toute l'Amazonie qui connaissait une "africanisation" par l'usage d'espèces fourragères originaires d'Afrique (Rippstein, 1996).

Dans les genres *Paspalum* et *Axonopus*, le BAFOG avait pu indiquer le potentiel de certaines espèces, mais à l'issue des travaux et choix du bureau d'études du "Plan vert" et de l'INRA, aucune d'entre elles n'a été retenue. L'INRA a été sollicité par les maîtres d'ouvrage et d'œuvre du projet de développement "Plan vert" pour enrichir les connaissances acquises et accompagner la mise en place des premiers élevages (Vivier, 1995). En 1978, l'INRA implante une collection de graminées composées de 100 espèces, écotypes, variétés avec des collections décentralisées suivant les types de milieu pour comparer les comportements d'une même espèce suivant les diverses situations (Vivier & Coppry, 1984). A l'issue de ces travaux 90 % des plantes furent éliminées. La première gamme fourragère destinée à la création des prairies étaient composée d'une dizaine d'espèces fourragères listées dans l'encadré n° : 2. Dans la pratique seulement quatre espèces fourragères furent vulgarisées et utilisées pour la réalisation des prairies dans les élevages installés dans le cadre du projet "Plan vert".

Tableau n°3 : Première gamme de graminées fourragères retenues fin des années 1970 en Guyane pour la création de prairie	
Espèces retenues par l'INRA	Espèces utilisées par le développement
<i>Brachiaria brizantha</i> cv USDA,	++
<i>Brachiaria decumbens</i> ,	+++
<i>Brachiaria humidicola</i> ,	-
<i>Brachiaria mutica tanner</i> ,	+
<i>Brachiaria ruziziensis</i> ,	-
<i>Digitaria swazilandensis</i> ,	++++
<i>Ischaemun timorensis</i> ,	-
<i>Panicum maximum</i> ,	-
<i>Pennisetum purpureum</i> ,	-

(Vivier & Coppry, 1984 ; Béreau & Vivier, 1988 ; Letenneur & Matheron, 1991 ; Béreau, 1995)

Plus de 8 000 ha de prairies ont été créées à la fin des années 1970 (Vivier & Coppry, 1984) sur terrains déforestés (hormis de rares exceptions). *Digitaria swazilandensis* a été implantée sur la majorité de ces terrains car les plantes fourragères retenues étaient connues pour leurs caractéristiques biologiques et phénologiques, mais pas encore suffisamment sur le plan de l'adéquation : plantes / incidences de la pâture par le bétail & réponses du sol ... *Digitaria swazilandensis* était assez bien connue des agronomes français, car elle avait été l'objet de nombreux travaux dans les Antilles françaises par l'INRA. Elle était aussi gérée par des

éleveurs et ses réponses à l'intensification étaient connues pour être très intéressantes. Autre avantage de cette plante à l'époque : elle se bouture⁷⁷ facilement (cela permettait de contourner le problème des commandes de semences et de matériel liés au semis). Les pieds "mères" pour réaliser des pépinières provenaient de l'INRA des Antilles.

Brachiaria decumbens a été très vite diffusée lorsque des semences ont été disponibles. Le bouturage de cette plante n'a guère été pratiqué. Sur le plan pratique le bouturage était plus intéressant avec le *Digitaria swazilandensis* (rapidité⁷⁸, efficacité de reprise des boutures). En revanche, quand des semences étaient disponibles, la majorité des éleveurs préféraient installer leur prairie par semis pour des raisons essentiellement de temps et de pénibilité. Donc suivant les approvisionnement en semences, l'organisation de chaque éleveur, la presque totalité des parcelles destinées aux prairies pouvaient être installées, en mono spécifique, soit en *Digitaria swazilandensis* soit en *Brachiaria decumbens*. Pour les milieux particuliers (très sableux ou très humides) les deux autres espèces indiquées dans l'encadré n° : 2 étaient utilisées. Toutes les deux ne s'implantent que par boutures.

Brachiaria sp. Usda⁷⁹, en terrain sableux, était perçu comme se développant très bien grâce à son maillage stolonifère. Sans entretien spécifique il se révèle apte à tenir à la pâture, mais n'a pas une forte productivité. En revanche, les travaux de l'Inra ont montré qu'elle présentait un fort potentiel à l'intensification. En Guyane, lorsque cette espèce est fertilisée périodiquement (150 unités.ha⁻¹.an⁻¹ d'azote, de phosphore et de potasse, apport fractionné entre 3 à 5 fois par an) sa productivité est supérieure à 15 tonnes de MS.ha⁻¹.an⁻¹. (Béreau & Vivier, 1988).

Brachiaria mutica, en terrain humide, était très utilisé dans les bas fonds, les abords de marais, les zones drainées... Ce cultivar provenait de l'ex Rhodésie. Il a été introduit en Guyane à partir du Surinam. Deux principales remarques négatives sont soulignées par Vivier et Coppry (1984) : sa sensibilité à la fusariose et son problème potentiel d'induire parfois des hématuries chez les zébus. Cependant, les surfaces d'usage étant modestes, les facilités de reprise après bouturage de *B. mutica* en a fait à cette époque la plante des parties de parcelles trop humides.

La fin des années 1970 allait inscrire la Guyane, comme d'autres pays d'Amazonie, dans une aventure agronomique. Ces prairies devaient remplacer un écosystème forestier. Elles sont des agrosystèmes installés sur un écosystème équatorial complètement perturbé (voir même détruit). Les éleveurs à qui ces prairies étaient destinées, n'avaient pour la plupart aucune connaissance agricole ! Lors de la première série d'installations d'exploitations, en 1976, aucun de ces éleveurs n'étaient originaire de Guyane (Vivier et al, 1995).

Un milieu inconnu devait donc être mis en valeur et géré par des "éleveurs" inexpérimentés ne connaissant pas le pays, pour produire de la viande à partir de vaches importées du Costa Rica et du Panama. L'ensemble du programme de développement était supervisé par des maîtres d'œuvre dont les aptitudes se basaient sur des fondements théoriques adaptés aux systèmes en cours dans les pays tempérés.

⁷⁷ Il n'existe pas de semence de *Digitaria swazilandensis* car cette plante ne produit pas de graine (ou très peu).

⁷⁸ Épandage de *Digitaria swazilandensis* fauchée, puis simple passage de disques droits.

⁷⁹ Cette plante a été introduite par l'IRAT dans les années 1960 du Surinam, elle aurait fait l'objet de travaux de sélection par le Département d'Agronomie des Etats Unis d'où le pseudo nom de cultivar : "Usda". A la suite d'avis d'agropastoralistes et notamment Jonas B. Veiga de l'Embrapa – Cpatu (Empresa Brasileira de Pesquisa Agricola Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido) ce cultivar serait issu de l'espèce *Brachiaria brizantha*, dont les spécificités seraient d'être plus prostrées et stolonantes.

Ils se trouvaient aussi privés du projet papetier⁸⁰ destiné à être la "locomotive" de tout le programme de développement. Ce rôle fut attribué au volet "élevage bovin viande" sans aucune étude nouvelle de faisabilité, l'Etat se portait garant (Vivier, 1995). S'il avait prévu que le secteur papetier soit rapidement rentable et atteigne des marges pouvant entraîner les autres secteurs, tous les calculs technico-économiques, en élevage bovin, indiquaient qu'aucune marge ne pouvait être obtenue à moins d'une durée de dix ans d'exploitation⁸¹.

La préoccupation majeure des maîtres d'ouvrage portait sur la gestion générale du DOM compte tenu des problèmes posés par l'indépendance du Surinam. Les revendications populaires concernant le statut du territoire et la panne du spatial. Une activité rurale rentrait dans des logiques de gestion sociétale pour un apaisement de la population. Le recul du temps permet d'apprécier la complexité de la situation. Les problèmes se sont révélés très nombreux, dans sur le domaine des fourrages, le premier problème était déjà qu'il fallait tout apprendre et déjà arriver à faire pousser de l'herbe !

La malherbologie a très vite dépassé les problèmes de mise en culture, de pédologie, d'agrologie, de physiologie végétale, de mécanisation agricole. Les premiers problèmes sont survenus avec l'apparition de Cypéracées dans les prairies, suivis par des subligneux (Vivier & Coppry, 1984). Ces nouveaux agrosystèmes n'avaient pas encore de mode d'emploi pour gérer les équilibres entre la végétation cultivée et les plantes spontanées et c'est pourtant de cela que dépendait principalement l'intensification du "nouvel élevage guyanais".

13. Evolution de la diversité des systèmes d'élevage herbagers

Toutes ces informations sur l'évolution de cette région et les expériences passées ont été souvent négligées pour comprendre les situations actuelles de la Guyane. Dans le même esprit Vivier déclarait (1984) que : *« l'histoire agricole de la Guyane se résume en une longue suite d'expériences oubliées. Et pourtant, l'examen des principaux résultats obtenus au fil des années (même lorsqu'ils sont négatifs) montre une riche documentation immédiatement utilisable ou susceptible d'orienter des recherches bien intégrées aux besoins du pays. »*

A travers le temps, la diversité d'usages et de gestion des herbages est présentée dans de nombreuses études historiques (Le Roux, Mam-Lam-Fouck, Thomassin, Vivier, 1984).

Les systèmes les plus courants étaient :

- l'animal à l'attache (souvent les bêtes de trait) affouragé en herbe coupée le long des chemins et des bas fonds,
- de nombreux animaux gérés au piquet sur pâture (comme cela reste fréquent actuellement aux Antilles françaises),
- pour les troupeaux plus conséquents l'usage était de laisser les animaux en divagation.

⁸⁰ Lors de l'élaboration du projet, plusieurs compagnies papetières étrangères étaient intéressées pour monter un secteur bois, plantation et papeterie en Guyane. Une partie des terrains défrichés revenait à la plantation forestière. d'essences rapides, la majorité aux prairies et le reste à l'arboriculture et agriculture. Après des études approfondies sur la forêt guyanaise et surtout la baisse des cours mondiaux du papier, ces compagnies se sont rétractées.

⁸¹ Pour permettre à une prairie implantée d'être pâturable, il faut compter entre 6 et 12 mois (période de pépinière à lancer comprise). Une fois installées et pâturables les prairies peuvent accueillir des animaux souvent jeunes et fatigués en raison du voyage. Entre la période de remise en état des animaux et le temps des reproductions les premiers veaux ont commencé à naître 18 mois après l'arrivée des femelles. La croissance lente des jeunes obligeait à procéder aux ventes qu'à l'âge de 36 mois. Au cours des premières années les taux de mortalité des jeunes étaient de 50 %, et toutes les génisses étaient généralement conservées comme reproductrices. En conséquence le niveau d'équilibre comptable n'a rarement été atteint avant 8 à 10 ans de fonctionnement des élevages.

La pâture, par le bétail, de vastes espaces, était pratiquée par les grandes ménageries. Elles avaient recours couramment au feu et le bétail était suivi et gardé par des hattiers. Tous ces systèmes herbagers coexistaient à la fin du XVII^e et début du XIX^e siècle. Avec la disparition des ménageries, les modes d'exploitations des vastes espaces ouverts ont disparu, l'usage des divagations se révélait alors plus adapté. Suivant l'effectif du cheptel⁸² de la colonie les modalités de gestion des ressources ont évolué : 14 000 à 16 000 têtes vers 1775, 25 000 têtes vers 1790, 8 000 à 8 500 têtes à l'issue de l'occupation anglo-portugaise (1817) jusqu'en 1836, 3 174 en 1951, 1 380 en 1973. La prévision du BAFOG indiquant que l'élevage en place (années 1950) était en disparition. En effet, en 1973, il ne reste que 1 380 têtes. Et 90 % de ce cheptel appartenait à seulement trois propriétaires (deux élevages qui avaient déjà recours à des prairies implantées : lycée agricole et un élevage privé vers Macouria – Matiti plus un élevage privé extensif à Régina).

Les travaux du BAFOG ont permis de valider un mode plus intensif, qui était prévu pour une exploitation familiale à partir d'un troupeau de 50 têtes, dont 20 mères, alimenté principalement par des savanes fertilisées et de petites surface de cultures fourragère (Thomassin, 1960,). Les résultats issus de ces travaux ont permis d'inspirer deux élevages dont le lycée agricole aux techniques d'intensification et de calendrier fourrager. L'effectif du cheptel de ces deux élevages était majoritaire et bien sûr les éleveurs étaient minoritaires.

Dans les années 1950 – 1960, le bétail était conduit soit au piquet à proximité de l'habitation quand le nombre de têtes était faible (< 5) soit laissé en divagation sur les savanes et nombreux bois et bosquets limitrophes en période estivale : août à novembre. Thomassin notait en 1960 : *« Les propriétaires du bétail ignoraient en général où se trouvaient leurs troupeaux, quelles étaient leur composition ; ceci était-il réel où simplement un moyen de se défendre contre nos investigations ? Il faut seulement reconnaître que lorsque nous apercevions du bétail dans les savanes, il n'était jamais gardé »*.

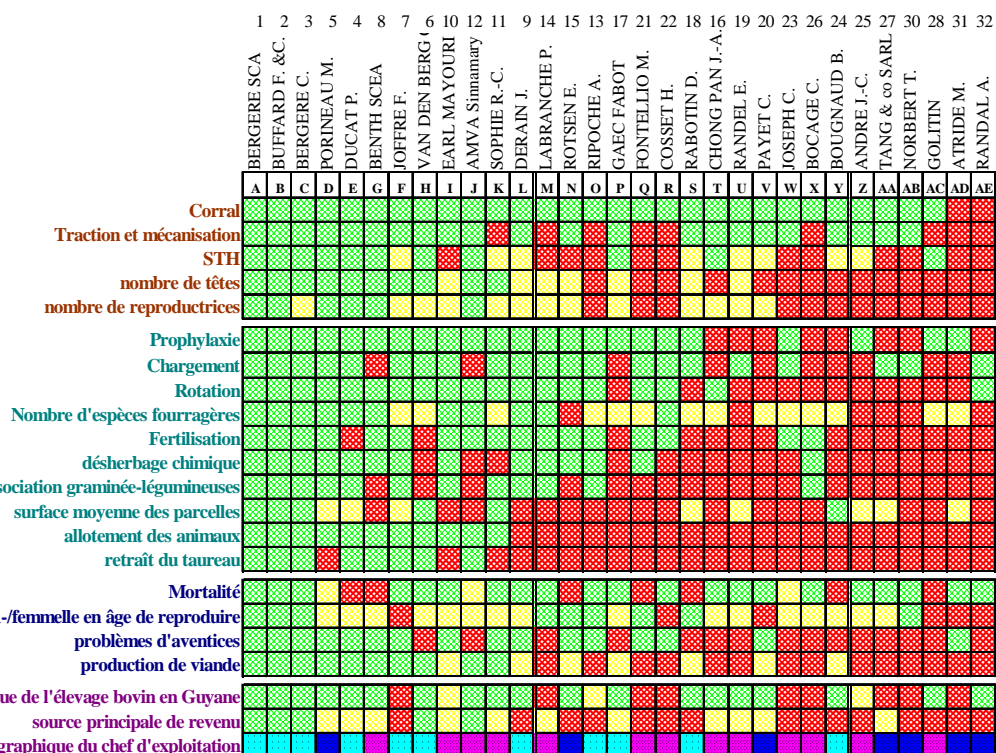
Avec la mise en route, en 1976, du programme de développement agricole "Plan vert", une fracture importante s'est révélée concernant la perception des fonctions de l'élevage. Cela a engendré une dichotomie très nette entre deux modes de pratique d'élevage, comme l'ont décrit Dedieu, Lebouteiller *et al.* Ils décrivaient en 1989 (*in* Vivier, Vissac *et al.*, 1995), qu'au début de la période "Plan vert" :

« Deux formes d'élevage bovin étaient couramment opposées en Guyane : d'une part, l'élevage "traditionnel", bêtes au piquet ou petit troupeau de 10 à 20 têtes utilisant des savanes naturelles ou des marais ; d'autre part, l'élevage "Plan vert" [...] Elevages qui correspondaient à des situations où les projets techniques des éleveurs se confondaient avec un projet type, défini par les maîtres d'œuvre du Plan. »

Si durant cette période, la première forme d'élevage a eu tendance à disparaître, en revanche, le modèle "Plan vert" a donné naissance à une grande diversité de situations à commencer par les modes de fonctionnement et de pratiques. Quatre à cinq groupes avaient été définis en 1987 à la suite de suivis réalisés dans 22 exploitations (Gachet - l'INRA-SAD, 1990).

⁸² L'origine des animaux est variée, le plus souvent l'Europe et l'Afrique ainsi que l'Amérique du Nord. Les espèces principalement concernées par ces apports sont les bovins (introduits dès la moitié du XVII^e siècle en *Bos taurus* et *Bos indicus* lors des escales à Dakar). A noter que la première introduction de buffle date de 1764. Même les dromadaires ont fait l'objet d'une expérience : en 1821 un couple de dromadaire en provenance du Sénégal débarqua en Guyane et travailla vers Sinnamary !

REPRESENTATION VISUELLE
DE LA TYPOLOGIE PAR LA
METHODE BERTIN
REALISEE A PARTIR DE L'ETUDE
DE 35 ADHERENTS DU SEBOG



LISTE
DES
CRITERES
ETUDES

Critères sur les moyens de productions

Critères sur les Modes de conduites et les pratiques observées

Critères de Résultats

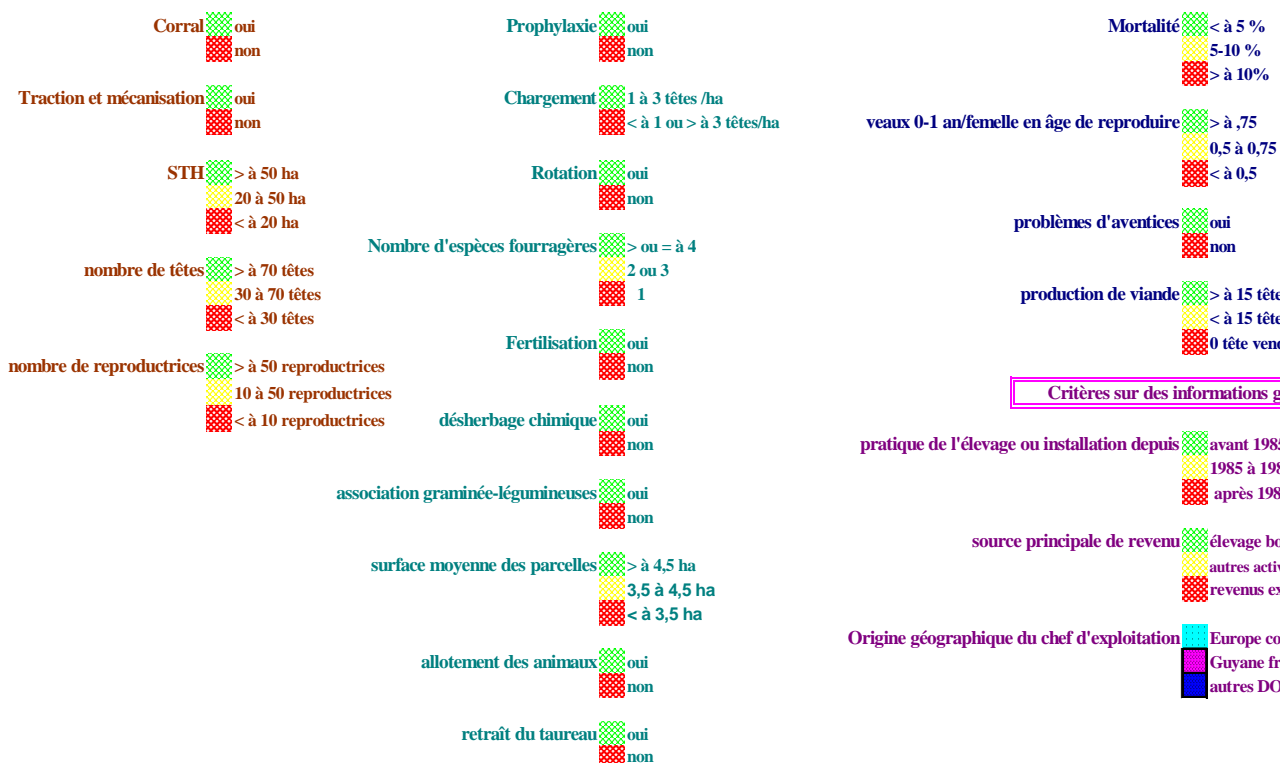


Figure n°44 : Présentation visuelle d'une typologie de 32 élevages
Analyse graphique de J. Bertin (1977)

Une dizaine d'années plus tard, la diversité des systèmes de production était restée très importante. Elle pouvait s'expliquer par la prise en compte de l'amplitude des tailles des structures et les moyens de production (histogramme n° : 1), l'éventail des origines géographiques, la date d'installation des éleveurs, leur activité principale, etc.

En conséquence tous ces cortèges d'amplitudes induisaient une variabilité très importante des pratiques et des modes de fonctionnement.

Quatre grands types d'élevage ont été identifiés lors d'une étude réalisée en 1995 par le Cirad-Emvt et le Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane (SEBOG)⁸³

- (a) Les élevages ayant une fonction principale de production,
- (b) Les élevages récents en cours d'installation sur fonds propres (post "Plan vert"),
- (c) Les élevages du "Plan vert" en situation de décapitalisation progressive,
- (d) Les élevages aux fonctions diversifiées : la rente, l'épargne, l'occupation foncière...

Les systèmes herbagers de ces quatre types offrent un large panel de situations en ressources fourragères, modalité d'entretien et d'exploitation (Etude de : Huguenin, Lhoste, *et al.*, 1996).

Voir la figure n°44, qui présente visuellement, graphiquement la typologie réalisée.

⁸³ 2 étude réalisée par le Cirad-Emvt et le SEBOG avec l'appui de deux stagiaires de l'Istom et l'appui de Benoît Dedieu de l'INRA-SAD de Clermont-Ferrand (Huguenin *et al.*, 1996).

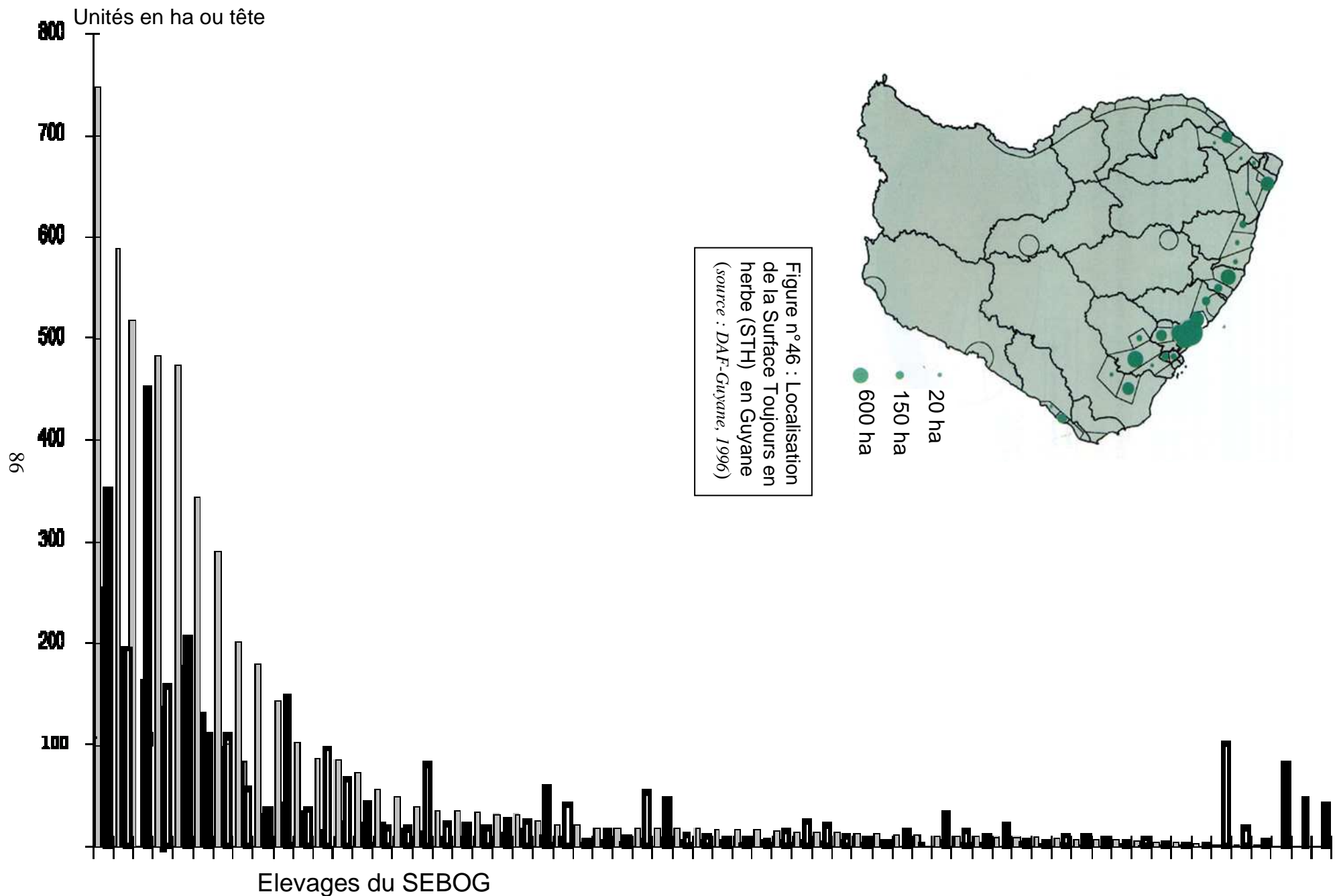


Figure n°45 : Diversité de la taille des structures : Surfaces Toujours en Herbe (STH) et cheptel total au SEBOG en 1998

2. Conditions de gestion des prairies en Guyane

Le "Plan vert" s'est déployé sans pouvoir, ou sans vouloir, tenir compte des réalités du milieu biophysique et de la situation humaine et sociale de la Guyane. Les espoirs attribués au progrès techniques, dans les années 1970 a laissé penser au décideurs de ce plan qu'il était possible de construire "un socle – fondation - technologique" en matière d'élevage en prenant des mesures sans tenir compte des réalités du milieu. Exemple, le peu de bétail de type créole a été éliminé et avec lui les règles, de conduite d'élevage, issues de cette région.

Pour notre étude il nous a semblé au contraire nécessaire d'essayer de bien prendre en compte la situation biophysique, biogéographique et humaine de la Guyane ; au moins les éléments qui pouvaient avoir des liens (directes ou indirectes) avec notre objet de recherche. Les lecteurs qui connaissent ce type d'écorégion, pour l'avoir étudié, peuvent passer les pages suivantes, mais il peut toujours être important de saisir la mesure de la spécificité de cette région équatoriale. Le milieu dans lequel ont été installées les prairies, présente des caractéristiques singulières, dont quelques éléments doivent être bien mentionnés pour faciliter la mise en relief de la situation (et des pratiques) par le lecteur. L'implantation géographique des zones d'élevage au moment du plan de relance agricole des années 1970 ("Plan vert) a été réalisée sous forme d'îlots régulièrement répartis sur la bande côtière septentrionale (plaine du littoral) qui présente, sur de grandes surfaces, une topographie peu accidentée et une bonne accessibilité (voir carte ci-dessous de la localisation géographique des pâturages en Guyane).

21. Contexte humain et environnement social

Lors des années 1970, 1980, 1990, des nouveaux modes d'élevage s'imposent. Ce fait relève de choix politiques globaux, dans un contexte social délicat qu'il fallait contenir par plusieurs voies dont l'élevage et l'agriculture. L'émergence d'exploitations agricoles et d'élevages à vocation principale productive a connu de nombreuses péripéties. Malgré de très sévères aléas, le secteur de l'élevage productif reste une activité socio-économique reconnue⁸⁴ (Letenneur, Matheron, 1991). L'élevage à vocation productive est issu d'un projet de développement intitulé "Plan vert", dont la mise en place et le déroulement est très bien décrit dans un chapitre du livre "L'élevage bovin en Guyane"⁸⁵, chapitre intitulé « La tentation technocratique : le "Plan", 1975 – 1986 » de Michel Vivier. Ce modèle de système d'élevage productif destiné à contribuer au développement du territoire s'est construit en faisant venir :

- i) des hommes (pour être éleveur et aussi pour encadrer le projet)⁸⁶,
- ii) des espèces fourragères,
- iii) des bovins⁸⁷ (du Panama et du Costa Rica).

⁸⁴ Par les collectivités territoriales, les organismes nationaux (ODEADOM, FIDOM...), l'appareil d'Etat (DAF, DRRT...), la Communauté européenne.

⁸⁵ Vivier, Vissac, Matheron, (éd. Sc.), 1995, Edition Cirad-Inra coll. Repères.

⁸⁶ Une fois encore le recours à l'extérieur devenait dans ce montage obligatoire. Le fantôme Duc de Choiseul (au service du Roi Louis XVI) planait dans les esprits. Ce personnage de l'histoire de France avait convaincu le Roi de remplacer les jésuites, chassés en 1762, par 15.000 Européens et décida de lancer la colonisation "officielle" de la Guyane !... Il fait passer ses agents de propagande dans toute la France mais surtout dans cette "marche" de Lorraine dirigée par le beau-père de Louis XV : Stanislas 1^{er}.

La Guyane est dépeinte comme une contrée paradisiaque de guinguettes et de fêtes perpétuelles. Les pauvres hères sont nombreux à débarquer dans la région de Kourou quelques mois après. C'est la pleine saison des pluies, rien n'est prévu pour accueillir ces malheureux, qui sont vite décimés par la famine et les maladies (notamment la fièvre jaune). Quelques-uns arrivent à se protéger aux îles du Salut (plus salubres, presque sans moustiques, vecteurs de la fièvre jaune) et réchappaient et retournent en France. La réputation exécration de la Guyane est dressée pour des siècles.

Situation sociale des années 1950 à 1970

La Guyane a eu longtemps une démographie naturelle déficitaire (Man Lan Fouck, 1997). De nombreux essais d'installation de populations ont eu lieu pour pallier à cette décroissance chronique. Quelques années après la départementalisation de ce territoire (mars, 1946), la Guyane atteint son plus faible niveau : 27.863 habitants en 1954 (source : Insee).

La population va dès la fin des années 1950 augmenter fortement grâce aux :

1. recherches et mesures médicales intensifiées menées notamment par l'Institut Pasteur⁸⁸,
2. la venue croissante de main d'œuvre pour les grands chantiers du spatial à Kourou⁸⁹.

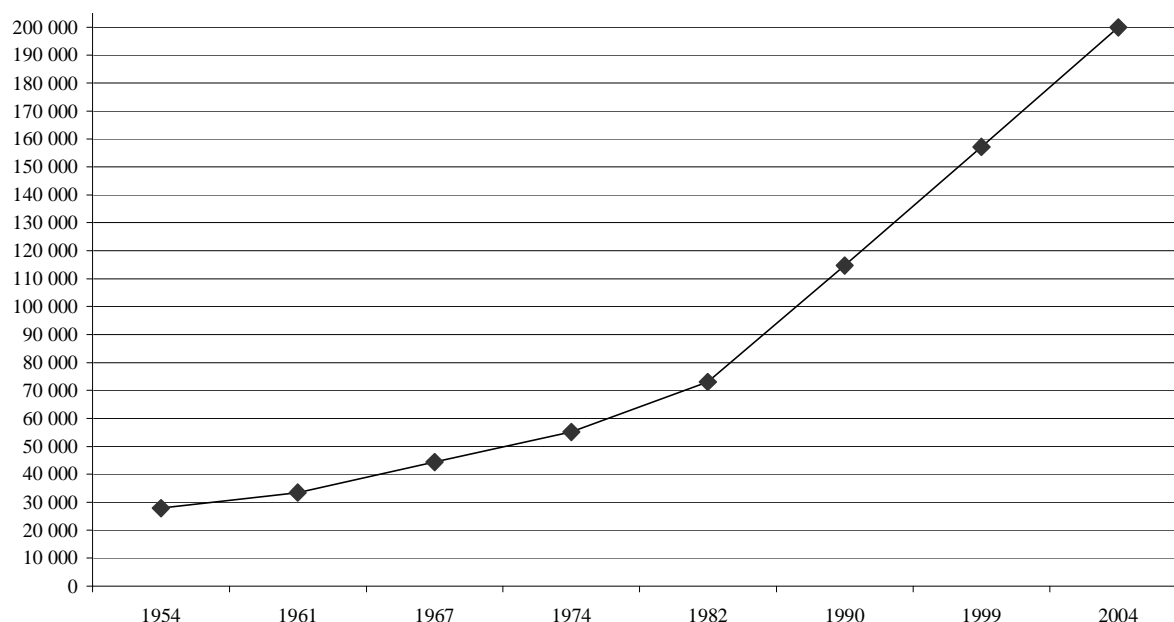


Figure n°47 : Evolution de la population en Guyane de 1954 à 2004
Source : recensement INSEE et estimation pour 2004

⁸⁷ Les 1.300 bovins encore présents en 1973 dans ce département étaient de race dite "créole". Ces animaux n'ont pas été estimés aptes à répondre aux objectifs du projet de développement, les maîtres d'ouvrage ont décidé d'importer des Zébus Brahman du Panama et du Costa Rica. Les bovins Créoles de Guyane étaient le résultat de croisements multiples et disparates dont on trouve la trace, tant dans les importations extrêmement diverses (Amérique du Nord, France, Sénégal...) effectuées à différentes époques que dans les caractères morphologiques aux robes et cornages très variés. Ces animaux présentaient, néanmoins, une analogie marquée avec ceux qui se trouvaient dans les îles et territoires voisins. Ainsi, tous ces animaux, issus de populations bovines d'origines différentes, ont convergé vers un type commun sous l'influence dominante d'un milieu naturel semblable. « Ce bétail très hétéroclite ne correspondait pas à une race définie mais au contraire formait une population disparate aux caractères extérieurs très divers. En revanche, tous les animaux présentaient un point commun : leur adaptation à des conditions naturelles difficiles ... » (Thomassin, 1959).

⁸⁸ En 1940, l'Institut Pasteur de la Guyane et du Territoire de l'Inini remplace l'Institut d'Hygiène et de Bactériologie. C'est le 1^{er} organisme de recherche en place après la départementalisation. Les remarquables avancées ont porté sur la lutte contre les moustiques : *Anopheles darlingi* (vecteur des agents pathogènes du paludisme), *Aedes aegypti* (vecteur des agents pathogènes du virus de la fièvre jaune).

⁸⁹ La construction de la base et de la cité spatiale de Kourou entre 1965 et 1969 a contribué fortement à l'évolution sociale. La Guyane ne disposant pas d'une quantité suffisante d'ouvriers, elle eut recours à des ressortissants de nombreux pays : Antilles, Brésil, Colombie, Haïti, Surinam.

Cette accélération démographique a aussi induit des doutes quant à l'équilibre socio-économique, en raison :

1. du ralentissement consécutif à la fin des grands chantiers à Kourou et des premiers écueils des activités aéronautiques (article de J.C. Guillebaud en 1974⁹⁰),
2. du déplacement de population et d'activités agricoles aux lieux-dits : "Savane Combi" à Sinnamary et "Guatemala" en allant sur Tonate (Vivier, 1995).

Le Conseiller Général, proviseur du lycée de Kourou, écrivain, Serge Patient, publie dans le journal *Le Monde* : « S.O.S. Guyane » le 19 décembre 1974. L'environnement socio-géographique contribue à entretenir un malaise profond dans la population résidente en Guyane :

- Le Surinam accède à l'indépendance en 1975⁹¹, ce qui a entraîné au cours de l'année 1974 de nombreux débats d'idées sur le sujet dans la société guyanaise en "panne" politique, économique et sociale ;
- Le Brésil pour éviter aussi des problèmes socio-économiques, se lançait dans un projet de développement pour l'Amazonie avec le programme "Polamazonia", qui avait comme objectif de constituer un cheptel de 5 millions de têtes en dix ans.

En réponse à une attente de la société Guyanaise qui se faisait de moins en moins sourde, le Secrétariat aux DOM-TOM français annonce en octobre 1975 le lancement d'un plan de développement qui devrait créer, en cinq ans, 12 000 emplois en Guyane (soit 30 000 personnes implantées dans le département). Dans les semaines qui ont suivi l'annonce du Secrétariat d'Etat aux DOM TOM en octobre 1975, 28 000 candidats déposent un dossier à ce Secrétariat d'Etat.

En matière agricole, l'objectif était de créer en dix ans : 300 exploitations et mettre en valeur 18.000 hectares (DDA Guyane, 1976). Les Guyanais se sentent très vite oubliés par ce plan de développement. Même les Chefs d'Etats adhérents du CARICOM dénoncent cette politique de peuplement (Hamel, 1979 ; Murtill, 1977).

Le Président du Conseil régional qui était en fonction à cette époque, S. Patient, qualifie cette arrivée massive de population de l'extérieur du département de « véritable ethnocide⁹² ». A. Césaire, député de la Martinique déclare : « des peuples entiers ont été finalement évacués de l'histoire parce que d'abord recouverts, laminés, absorbés [...] méfions [nous] du génocide de substitution, même s'il s'agit d'un génocide par persuasion » (Hamel, 1979). Ces réactions font réagir le gouvernement français qui va infléchir sa politique d'immigration, mais les premières installations dans l'agriculture, notamment pour l'élevage (1976) vont se faire avec des ressortissants de France métropolitaine. Des familles réunionnaises sont installées à proximité de Tonate, puis 600 Hmong en 1997 à l'est de Cayenne (puis au lieu-dit de "Cacao" sur la commune de Roura⁹³).

⁹⁰ « La Guyane en Faillite » *Le Monde* des 19 & 20 juin 1974.

⁹¹ Cet exemple d'évolution aux portes de la Guyane amène les hommes politiques locaux à lever le tabou de l'indépendance ou au moins de l'autodétermination ; Un mouvement indépendantiste est créé en 1974, le MOGUYDE (Mouvement Guyanais de Décolonisation).

⁹² *Le Monde* des 29-30 décembre 1977, article de Y. Hardy « La Guyane, terre d'hospitalité ».

⁹³ Une autre implantation Hmong se fera ensuite à "Javouhey" (1979) sur la commune de Mana, après le "Plan vert" une troisième implantation de Hmong s'est réalisée à Roroucoua, en 1990, près d'Iracoubo.

Les éleveurs

Avant le "Plan vert", hormis trois gros élevages⁹⁴ qui possédaient au total, 300 têtes environ (Vissac, Vivier *et al.*, 1995), le reste du cheptel, près de 1.000 têtes, était pour une majeure partie élevé individuellement au piquet, ou en petits lots (2-3) en divagation (Vivier, 1984 ; Dedieu, 1985). La Guyane avait une grande quantité d'éleveurs d'après la définition du RGA⁹⁵ qui considère comme éleveur toute personne propriétaire d'une tête. Le contexte social de cette activité se caractérisait donc par multitudes d'acteurs, très éparpillés. Le cheptel bovin, recensé par la DDA en 1973 était, au total de 1.382 têtes (Arnaud, Nobil, *et al.*, 1976).

Les travaux menés sur l'élevage depuis la départementalisation, font surtout mention des effectifs, des races de bétail, des parcours, mais jamais directement des éleveurs. Pour Arnaud Nobil *et al.*, En 1976 :

« Cette désaffection de la population rurale pour l'élevage bovin tient à des causes multiples en tête desquelles nous devons placer les difficultés d'alimentation de cheptel par le pâturage naturel : inexistence d'un couvert herbacé sous forêt et médiocre valeur alimentaire des pâturages de savanes, qui s'il sont facilement accessibles aux animaux, ne peuvent donner lieu, même en élevage très extensif, à une bonne exploitation rationnelle du bétail ».

En 1959, Thomassin écrivait :

« En matière d'élevage le facteur humain est essentiel, la vocation pastorale étant un atout majeur chez les populations se livrant à l'élevage. Apparemment les agriculteurs actuels de Guyane, quelle que soit leur race, ne paraissent pas avoir des dispositions très marquées pour l'élevage du gros bétail. Nous avons pu constater qu'en général les créoles ont peur des animaux et que leur caractère n'est pas porté vers la patience et le sang-froid indispensables au maniement du bétail. Ce manque de dispositions naturelles se concrétise par l'abandon presque total de leur troupeau. Ceci ne veut pas dire que l'éleveur guyanais soit inapte car il se peut qu'avec de bons instructeurs il puisse s'améliorer. Dans les conditions actuelles, ne tirant aucun profit de son troupeau, l'éleveur guyanais n'est pas enclin à faire un effort surtout s'il doit se traduire par un financement qu'il peut difficilement effectuer. Devant les nombreux points encore mal connus des possibilités d'élevage, il est préalablement indispensable aux vulgarisateurs de connaître les conditions dans lesquelles un élevage pourrait être introduit, ce qui ne peut être le résultat d'une expérimentation méthodique et sérieuse. »

Information indiquée en introduction page 10, et en page 183, dans la partie sur les possibilités d'élevage..., concernant les éleveurs guyanais, il mentionnait :

*« - que leur méthode actuelle d'élevage est un échec technique et financier,
- qu'ils ne possèdent aucune instruction de base, même la plus élémentaire, et qu'ils répugnent en général aux travaux de la terre,
- qu'ils n'ont pour la plupart aucune ressources financières notables et parfois même aucun goût pour l'élevage au sens normal de ce mot. »*

Ce Plan d'Etat, plutôt que de composer au moins en partie avec certains éleveurs locaux, a eu recours à des personnes essentiellement extérieures de Guyane. Les éléments majeurs de l'agrosystème d'élevage a donc été revu, changé, importé : l'homme - éleveur, les plantes fourragères, les sols de savanes, les races bovines, ... Les éleveurs installés par le "plan vert" disposaient d'un ensemble de prêts à taux modéré⁹⁶, ainsi que de subventions variables, liées à

⁹⁴ Trois élevages avaient une certaine vocation productive (deux éleveurs privés, plus le lycée agricole).

⁹⁵ Recensement Général Agricole.

⁹⁶ Intérêts compris entre 4,5 et 8.5 % avec un différé variable suivant la nature des prêts.

la nature de l'activité : 50 % pour le défrichement, 30% pour le matériel, près de 100 € par ha mis en prairie, ainsi que du foncier par bail emphytéotique de 30 ans.

Ces éleveurs, pour Vivier (1995) étaient disparates de par leurs origines géographiques et sociales : *« ils présentaient toutefois quelques traits communs : leurs moyens financiers étaient relativement modestes par rapport aux ambitions affichées, leur compétence technique était souvent inexistante, et lorsqu'ils avaient une expérience agricole, elle n'avait pour ainsi dire jamais été acquise en milieu tropical »* (Vivier, 1995). Cette absence de compétence de la plupart des futurs éleveurs, combinée au peu de préoccupation (ou de moyen) des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre (dont l'organisme de gestion : la Coopérative, la CEBG) pour cadrer cette dynamique "débridée", a induit de nombreuses erreurs lors de la création des exploitations⁹⁷. Jean-Paul Gachet, responsable de la station Système Agraire et de Développement de l'INRA, expliquait, en 1989, que l'acronyme de la Coopérative "CEBG" est signifiant d'une période. En effet cet acronyme : la Coopérative de l'Elevage Bovin de Guyane (CEBG), montre que c'est surtout une coopérative dédiée à l'Elevage et moins à la masse des Eleveurs !...

Quelques chiffres de 1984 renforcent cette analyse et soulignent combien il était difficile de savoir si la coopérative était d'Elevage ou pour des Eleveurs. La simple comparaison des deux extrémités de classement en 1984 sur les élevages indique :

35,00 % du cheptel appartient à 5,50 % d'éleveurs de la coopérative,
8,50 % du cheptel appartient à 66,00 % d'éleveurs de la coopérative.

Les éleveurs actuels, issus de cette opération⁹⁸ ont pu en quelques années connaître de multiples discours, retournements dans tous les domaines, de la politique à la technique d'élevage. Tenter de comprendre leurs gestes, leurs pratiques, leurs choix, leurs stratégies, a demandé à l'équipe Emvt de Guyane de tenir compte de leurs parcours dans cet environnement social et humain perturbé. A peine vingt éleveurs avaient encore du bétail en 1995 (Huguenin, Lhoste *et al.*, 1996) sur les deux cent cinquante installés dans le cadre du "Pan vert"⁹⁹. Les derniers différents financiers entre l'Etat et les éleveurs encore en Guyane ont été soldés qu'au deuxième semestre 1999.

La levée du "Plan vert" a permis de retrouver rapidement une diversité géographique et communautaire dans le secteur de l'élevage bovin. Les éleveurs, à la fin des années 1990, étaient issus de presque toutes les communautés¹⁰⁰ de Guyane. L'absence la plus notoire était celle des amérindiens. Les européens (notamment ceux issus du "Plan vert"), les créoles guyanais, les antillais (des Antilles françaises principalement), sont néanmoins restés la base principale du secteur de l'élevage. La majorité du cheptel appartenait encore aux éleveurs européens (source : SCEBOG, 2000), situation directement engendrée par le "Plan vert", même quatorze ans après son arrêt opérationnel sur le terrain. Lors du "Plan vert", il y a eu un processus de concentration de l'élevage auprès d'une faible diversité communautaire. Depuis son arrêt, la pression sociale et institutionnelle se faisant moins sentir, l'élevage s'est déconcentré et des éleveurs plus divers ont émergés.

⁹⁷ Parcelleaire, points d'eau, maniement des troupeaux, et ensuite la gestion déplorable de nombreux troupeaux et prairies (Vivier, 1995).

⁹⁸ Moins de 10 % des éleveurs installés par le Plan vert sont encore en exercice.

⁹⁹ Dont 150 élevages viandes sur 250 exploitations bovines (Vivier, 1995).

¹⁰⁰ Antillais français, Créoles guyanais, Français métropolitain, Haïtien, Noir Marron, Mhong, Ressortissants des Pays bas, Réunionnais, Surinamien...

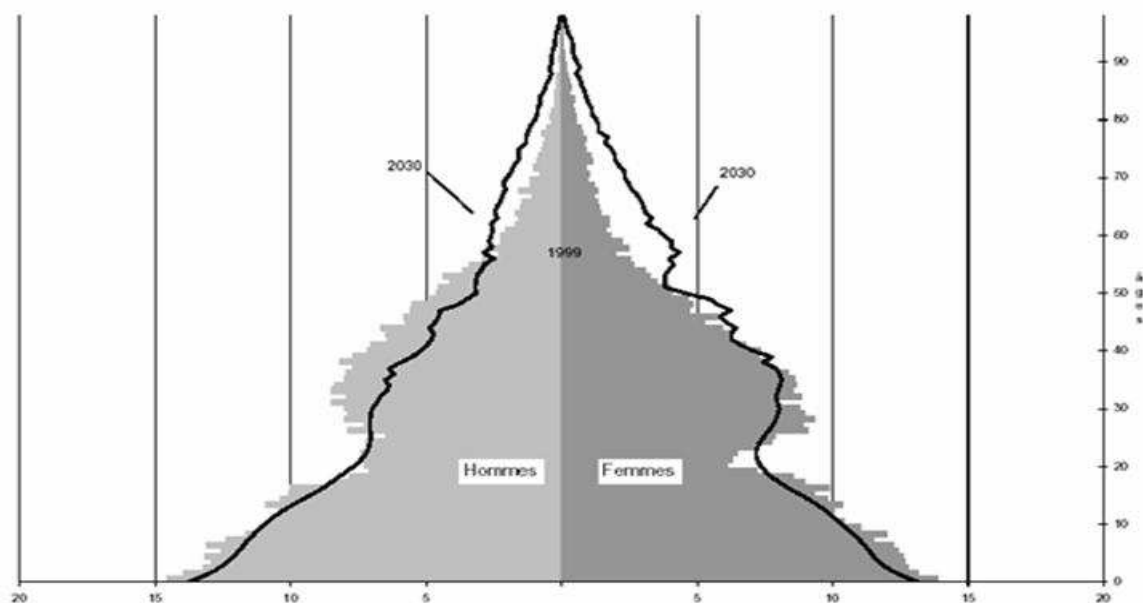


Figure n°48 : Pyramides des âges en 2000 et 2030

Des années 1960 aux années 1990 la population guyanaise a fortement augmenté démographiquement et en diversité communautaire. L'INSEE a recensé, en Guyane, en 1999, 157 213 habitants¹⁰¹, contre 114 678 en 1990, soit une augmentation de 37 % en 9 ans. Les projections réalisées par l'INSEE pour 2030 montre une pyramide ayant les classes d'âges actives qui seront très élevées. Quant au nombre d'habitants, suivant les scénarii, il varie de 400.000 à 600.000 habitants. La diversité des communautés constitue un des faits majeurs importants de l'environnement social de la fin des années 1990. Au début des années 1970, la population guyanaise était essentiellement composée de créoles, à plus de 75 p.100. Près de 30 ans plus tard, cette même population se retrouve minoritaire. A titre de repère général¹⁰², pour indiquer de grandes tendances cette mosaïque culturelle et communautaire se compose principalement de :

- Créole guyanais pour environ 40 % de la population,
- Brésilien pour environ 18 % de la population,
- Haïtien pour environ 15 % de la population,
- Surinamien pour environ 10 % de la population,
- Européen métropolitain pour environ 06 % de la population,
- Amérindien pour environ 03 % de la population,
- Noir marron pour environ 03 % de la population,
- Hmong pour environ 01 % de la population,
- Autres : Chinois, libanais, autres sud-américains...

Cette prodigieuse diversité s'est aussi répercutée dans le secteur de l'élevage. Après la crise du secteur, aux alentours de 1991, la diversité communautaire des éleveurs s'est révélée dans les adhésions d'origines diverses auprès des nouvelles structures professionnelles, notamment au SEBOG¹⁰³.

¹⁰¹ Recensement officiel, mais compte tenu de l'importance des résidents clandestins, une estimation corrigée mentionne le chiffre de 200.000 habitants en 1999 en Guyane, Cf. le site : terresdeguyane.fr, clandestinité qui est aussi un fait important, il y a par exemple autant de reconduite aux frontières en Guyane que pour toute la France métropolitaine !.

¹⁰² Indications issues d'estimations car les recensements n'ont officiellement pas à noter les appartenances communautaires dans les départements français, les sources de ces informations proviennent : du Conseil Régional, de la Chambre de Commerce et de la CIMADE (1993).

¹⁰³ Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane, Syndicat officiellement reconnu en 1993, transformé en société coopérative en 1999.

Certaines communautés sont d'ailleurs sous-estimées, car elles n'ont pas de nombreux chefs d'exploitations. Leur présence est toutefois bien effective dans le personnel présent comme employé (manœuvre, ouvrier agricole, cavalier...) dans les élevages. Les ressortissants brésiliens sont les plus nombreux. Puis, suivant la zone géographique de Guyane les ressortissants Haïtiens ou du Surinam se rencontrent aussi fréquemment.

Si la diversité culturelle dans le secteur de l'élevage suit celui de la population, en revanche, la montée d'adhésions par des éleveurs jeunes ne suivait manifestement pas le mouvement démographique en cours. Et les seules apparitions de jeunes éleveurs étaient toutes des personnes pluri-actives¹⁰⁴ (Huguenin, 2001). La tâche des services d'appuis et de suivis auprès des éleveurs a été complexifiée par une importante montée de la diversité des éleveurs¹⁰⁵ (SEBOG, 1995). Cette diversité se traduisait aussi en matière de structures d'élevages (de 1 – 2 têtes à 1.300 têtes ; de 10 ha à 600 ha), de modes de fonctionnement et d'organisation (du modèle "Plan vert" à des situations de semi – divagation), de stratégies de commercialisation...

Dans le contexte social et humain du secteur élevage, la préoccupation des agents et personnes chargées de l'accompagnement des professionnels était de savoir s'il était possible d'apporter un appui pertinent auprès de tous les éleveurs (Lechevallier, 1999). L'autre enjeu majeur pour le secteur et ses leaders portait sur la dynamique de concentration des flux (vente), mise en évidence par Vivier dès 1994, confirmée comme étant renforcée en 1991 par Letenneur et Matheron et en 1995 par le Cirad qui montrait que cela avait même tendance à s'accroître (Huguenin et Lhoste, 1996).

L'apparition d'un nouveau modèle d'éleveurs, en Guyane a été un pari élevé. Même si seulement 5 à 10 % des éleveurs installés sont présents 10 ans après la fin du plan d'installation, le postulat était de considérer ces "survivants" comme des éléments forts pouvant contribuer à maintenir une dynamique dans le secteur de l'élevage bovin. L'installation de ces éleveurs s'est réalisée dans un environnement social et politique qui était déjà très tumultueux¹⁰⁶ ; environnement qui de plus a connu une totale mutation démographique par le nombre de résidents et le basculement des rapports communautaires qui ne se traduisaient pas encore, dans les années 1990, par des rapports de force politique. Le pouvoir politique était principalement géré par la communauté créole guyanaise sous la tutelle de l'Etat français.

A son échelle et toute proportion gardée le secteur de l'élevage bovins guyanais, et ses éleveurs sont sollicités¹⁰⁷ pour :

- i) redresser la décapitalisation du cheptel,
 - ii) assurer une meilleure couverture de la demande locale en viande,
 - iii) constituer une plate-forme multi - communautaire / socioculturelle,
 - iv) contribuer à maintenir un tissu rural,
 - v) entretenir des paysages et espaces ouverts.
-

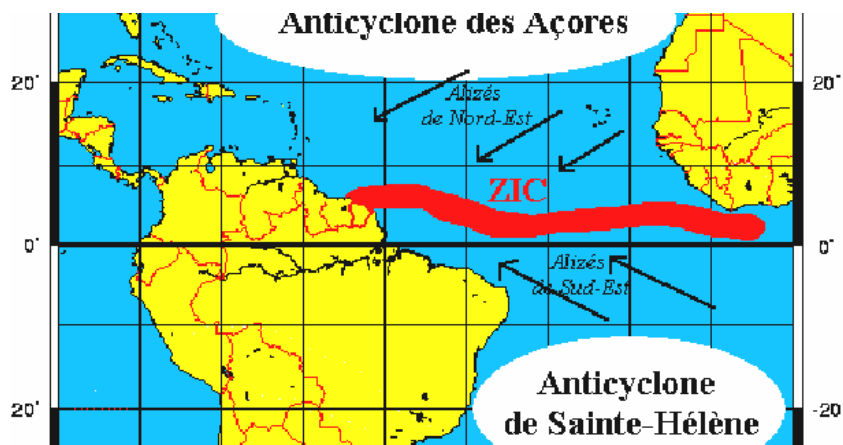
¹⁰⁴ Des éléments d'explication portent sur l'accès au crédit et l'accès au foncier.

¹⁰⁵ Diversités par : la communauté, le parcours, la période d'exercice, la place sociale, les accès financiers...

¹⁰⁶ En interne, montée des revendications indépendantistes, dénonciation de l'installation des colons du "Plan vert" aux frontières : indépendance du Surinam en 1975 (ex Guyane hollandaise) qui sombre dans une guerre civile en 1986, dont les réfugiés sont accueillis en Guyane, et au Brésil montée d'un projet de développement de l'Amazonie.

¹⁰⁷ Contrat de Plan Etat – Région 1994 – 2000.

22. Le climat guyanais est de type équatorial humide



Le climat de la Guyane se caractérise surtout par une **pluviométrie** très élevée mais variable entre la zone côtière et l'intérieur du pays (entre 2000 mm à plus de 3500 mm/an).

Figure n° 49 : Anticyclones et déplacement de la ZIC

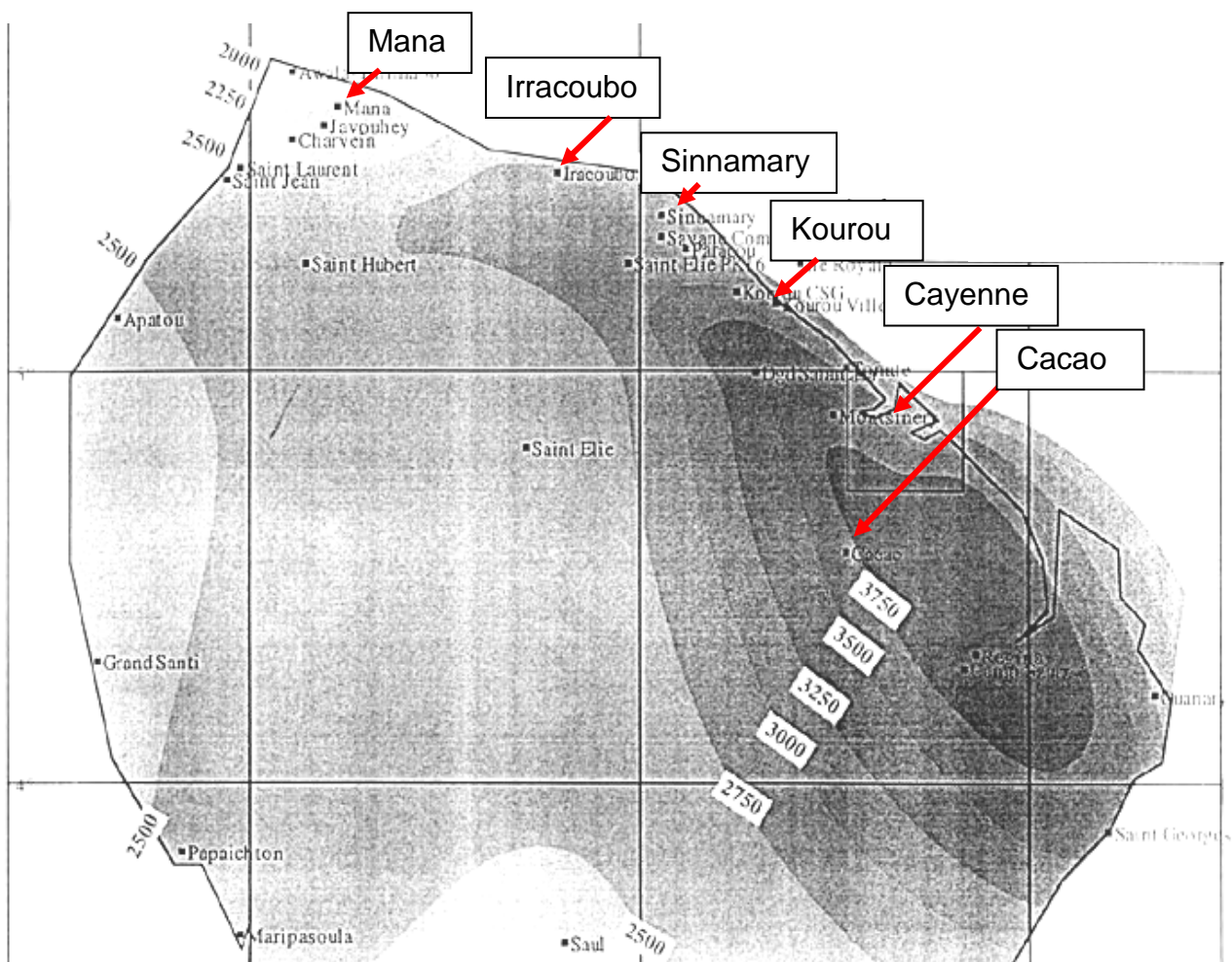


Figure n°50 : Isohyètes des précipitations normales en Guyane : 1961-1990 (source : France Météo)

La position géographique privilégiée de la Guyane, proche de l'équateur, ainsi que sa façade océanique, lui confère une bonne stabilité climatique qui se traduit par une grande régularité des vents, des températures et de l'ensoleillement, qui varient faiblement au cours de l'année. Seules les précipitations connaissent des variations annuelles conséquentes, et c'est donc principalement ce paramètre climatique qui détermine le rythme des saisons et en conséquence les dynamiques des végétations.

Le cycle des précipitations est lui-même intimement lié aux mouvements saisonniers de la zone intertropicale de convergence (ZIC). La **Zone Intertropicale de Convergence** constitue l'équateur météorologique. En effet, si l'on observe le schéma ci-dessous, on remarque que dans l'hémisphère Nord, l'Anticyclone des Açores dirige des vents de Nord-Est dans la zone équatoriale, alors que dans l'hémisphère Sud, l'Anticyclone de Sainte-Hélène produit des vents de Sud-Est.

La rencontre de ces vents s'effectue donc au sein d'une zone dépressionnaire appelée Zone Intertropicale de Convergence (ZIC). Au sein de cette zone, l'atmosphère est très perturbée et on y observe fréquemment des Cumulonimbus, nuages à haut développement vertical, générateurs d'orages et de précipitations violentes (source : Météo-France).

Les fluctuations de la ZIC définissent la variation saisonnière des pluies (Roche, 1990) avec :

La saison des pluies : de la mi-novembre à la mi-août avec de très fortes précipitations en décembre - janvier (la "petite saison des pluies"), et de mi-avril à juin ("la grande saison des pluies") lorsque la ZIC oscille sur le pays. Entre les deux, on observe une diminution des précipitations communément appelée le "petit été de mars" (en février – mars), quand la ZIC est proche de l'Equateur.

La grande saison sèche : de mi-août à mi-novembre avec seulement des précipitations localisées orageuses et parfois 1 à 2 mois sans aucune pluie. Durant celle-ci, le fonctionnement des exploitations d'élevage peut être perturbé notamment pour l'abreuvement. Des effets de la sécheresse peuvent aussi être observés dans les pâturages. En effet, les savanes gorgées d'eau pendant la saison des pluies (2 à 3 m de pluies par an) sont complètement « grillées » en saison sèche. Ceci est lié à une très forte évaporation (Silvain, 1984) et une capacité de rétention en eau (réserve utile) très faible (dessèchement superficiel dans les 40 premiers cm) (Ducrey et Guehl, 1990).

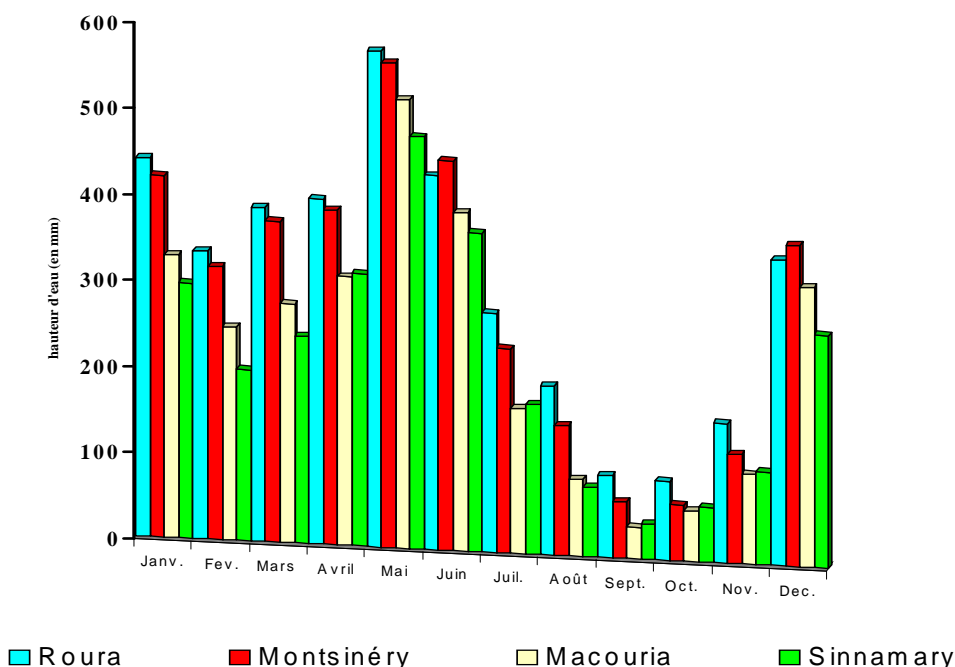


Figure n° 51 : Normales pluviométriques (1961-1990) de quatre importants sites de la côtière (Source : France météo / Guyane)

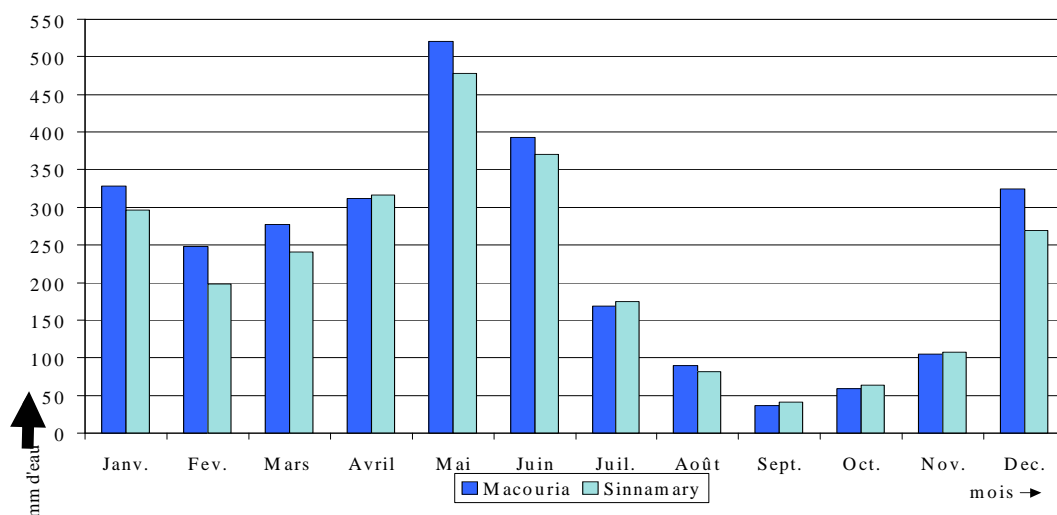


Figure n°52 : Normales pluviométriques (1961-1990) dans les deux plus importantes régions d'élevage (par l'effectif) en zone côtière de Guyane (Source : France météo).

Le taux d'humidité relative moyenne reste durant toute l'année très élevé, toujours supérieur à 75%. En saison humide l'amplitude quotidienne moyenne s'établit entre 98 et 75 p.100, avec un gradient pouvant atteindre 15 p.100 par heure, dès l'apparition du soleil. En saison sèche cependant on enregistre des minima de l'ordre de 50% en début d'après-midi, et 100 p.100 quasiment chaque matin vers 6 heures.

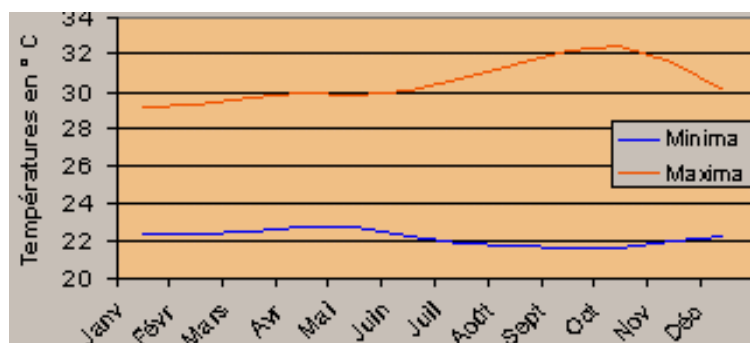


Figure n°53 : Variations moyennes de la température en Guyane source : Météo-France

Les températures moyennes sont stables et varient peu avec les saisons, la température moyenne est d'environ : 26°C toute l'année. Des minima de 16° à 18°, le matin sur l'intérieur du pays et des maxima de 34° à 36° en début après midi, ont été enregistrés surtout en période sèche.

Tableau n°4 : Ensoleillement en Guyane

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
kWh/m²/jour	4.44	4.98	5.04	4.95	4.76	4.87	5.42	5.74	6.12	5.93	5.28	4.63

Le niveau à la fois élevé et stable de luminosité de cette région ; Source : société solaris. Les mesures sont : en kWh/m²/jour.

Des mesures prises par l'IRD-Guyane avec un Lux - mètre LX105, nous ont été communiquées, elles se situent entre 90.000 à 115.000 Lux

L'ensoleillement et la luminosité sont forts. La durée du jour est quasiment invariante tout au long de l'année (entre 11h48 et 12h20). Le soleil passe deux fois au zénith, en mars et septembre. Malgré une pluviométrie importante, la Guyane dispose d'un ensoleillement important, avec en moyenne 2.200 heures¹⁰⁸ d'ensoleillement par an, les maxima étant situés sur la bande côtière.

¹⁰⁸ Car la Guyane est très proche, elle se situe entre le 2ème et le 5ème de latitude Nord et entre le 52 ° et 54° de longitude Ouest.

23. Les caractéristiques pédologiques

Les zones d'implantation des prairies font apparaître des systèmes de sols ferrallitiques plus ou moins appauvris ou podzolisés¹⁰⁹. Les sols de Guyane se différencient plus par leurs propriétés physiques, en particulier les capacités de circulation des eaux et de pénétration des racines (importance de la microtopographie), que par leur fertilité chimique partout très basse (sols acides avec un pH-eau entre 4 et 5) (Boulet, Humbel, 1980 ; Blanc-nez, 1981 ; Cabidoche, 1984 ; Lefeuvre, 1984).

Les sols du cordon littoral, principalement les sols podzoliques et podzols¹, ont longtemps été considérés comme « *impropres à toute mise en valeur agricole* » (Blancaneaux, 1981) même² à l'implantation de *Brachiaria spp.* La pratique des « feux de brousse » était destinée à améliorer la qualité du fourrage naturel. Ces feux peuvent induire des effets favorables comme l'augmentation du pH, l'apport de calcium, de magnésium et de potassium, mais ils peuvent aussi s'avérer préjudiciables car ils détruisent l'horizon humifère superficiel. Ils contribuent aussi à affaiblir la structure du sol car les cendres sont le plus souvent en profondeur (Cabidoche, 1984).

Dans les zones d'élevages, les dénivellations sont faibles, elles sont pourtant importantes à connaître car elles correspondent très exactement aux différents types de sols : sols ferrallitiques, podzols, sur sables blancs grossiers et sables colluviaux, sols hydromorphes (Hoock, 1971). Le pH-eau de tous ces sols se situe entre 4 et 5 (Favrot *et al.*, 1987). Après les vagues de défrichements durant les années 1970–1980, les prairies ont été installées sur terrains sur savanes. Il s'agissait des savanes basses, sur sols sableux gris ou blancs (podzols), savanes les plus répandues et les plus sèches. Ces terrains sont recouverts à 60% par les Cypéracées par de petites touffes d'herbe de 10-30 cm de hauteur et par les Graminées (Crémer, 1990).

Les savanes, en Guyane sont uniquement localisées sur une étroite bande de terrain, située sur la partie centrale de la côte et s'étendant entre Cayenne et Organabo, soit sur environ cent cinquante kilomètres, et dont la largeur est fort variable : de quelques centaines de mètres à une quinzaine de kilomètres, soit une superficie d'environ 75 000 hectares. Cette bande est orientée en gros SE-NW et est légèrement convexe vers le nord.

Par endroits, des transgressions marines ou alluviales recouvrent ces sols podzoliques. Cela donne des bandes d'argiles bicolores ou des sables jaunes (sols ferrallitiques).

« Autant les sables blancs (podzols) sont totalement délavés d'éléments minéraux et recouverts d'une maigre végétation de Cypéracées desséchées l'été et saturées d'eau l'hiver autant les sables jaunes forment des sols supportant [...] des savanes parfois assez denses où dominent les graminées hautes. Ces affleurements de sols sableux jaunes ne représentent malheureusement qu'une faible superficie des savanes sèches de l'ordre de 5 à 5.000 ha » [soit moins de 10 % des sols de savanes]. » (Thomassin, 1960).

Les conditions pédo-climatiques de la zone côtière ont dérouté de nombreux colons. Les savanes chargées d'eau durant la saison des pluies, se trouvent être totalement "grillées" en saison sèche, comme s'il ne pouvait y avoir de réserve d'eau dans le sols malgré les deux à trois mètres de pluies par an.

¹⁰⁹ On distingue trois grandes catégories de sols en Guyane (Blancaneaux, 1981) :

- ♦ les sols des terres hautes (70% de la surface) recouverts par la forêt dense humide, sempervirente, formés par l'altération du bouclier guyanais, essentiellement constitués de sols ferrallitiques ;
- ♦ les sols formés sur terrains sédimentaires récemment exondés où l'on trouve les paysages des savanes sèches à l'ouest de Cayenne : zone d'implantation majeure des élevages ;
- ♦ les sols des terres basses formés sur alluvions marines récentes représentés surtout à l'est de Cayenne formant les paysages des vastes marécages côtiers.

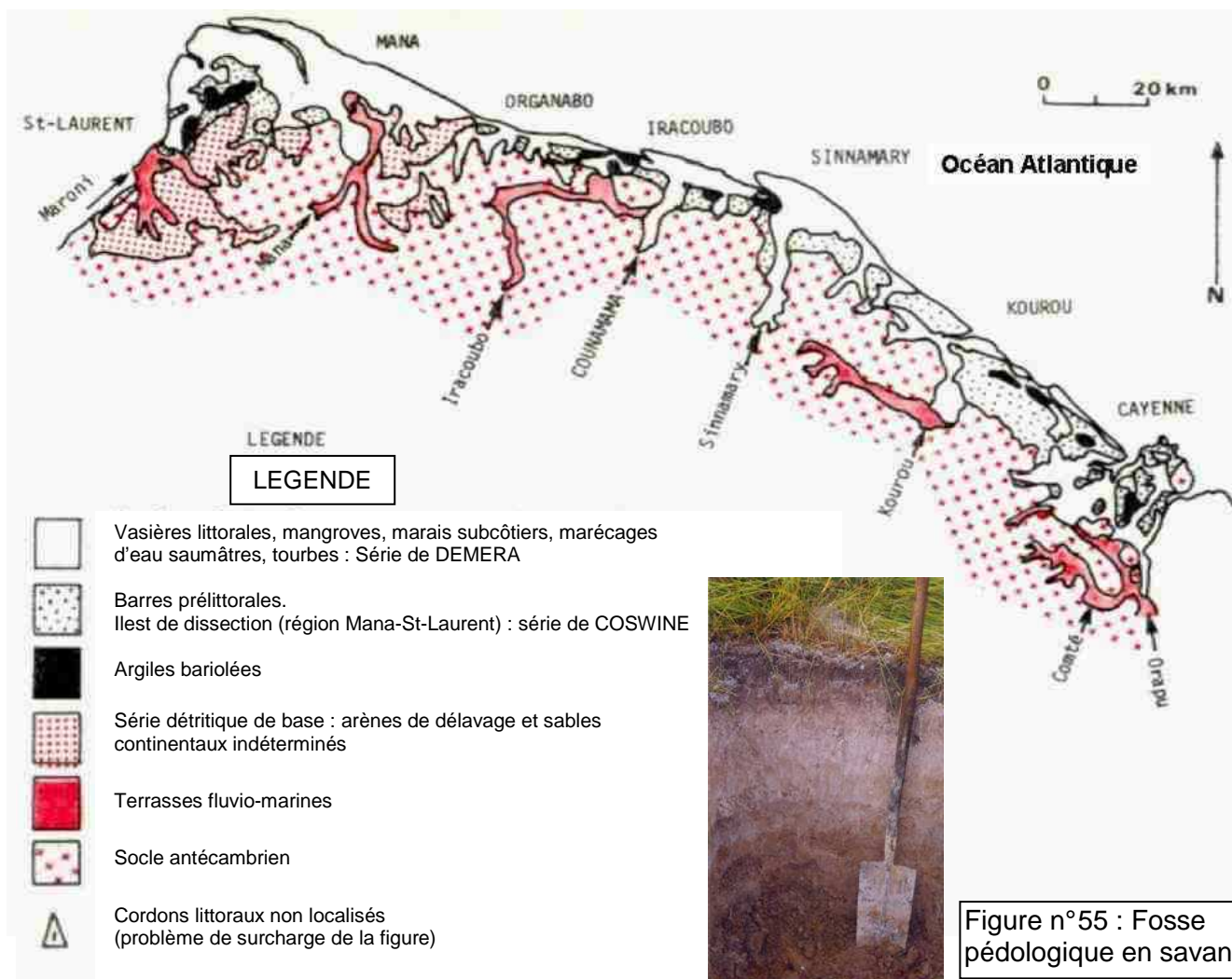


Figure n°54 : Carte "Géomorphologie de la zone littorale de Guyane, à l'Ouest de Cayenne." Rapport de Synthèse réalisé par INRA-Science du sol, CEMAGREF-Division drainage et Assainissement Agricoles (février 1987), Favrot, Lagacherie et al., 188 p. (carte géomorphologique page : 15.)

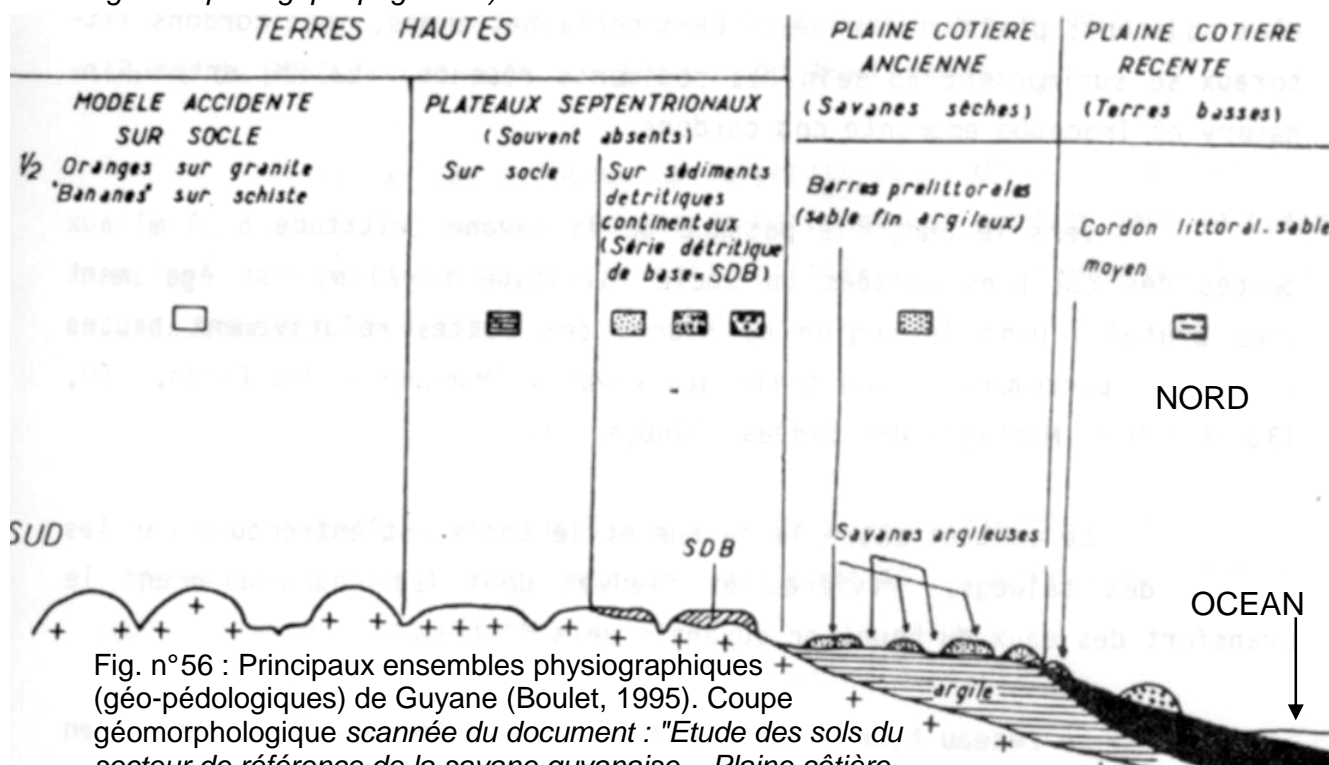


Fig. n°56 : Principaux ensembles physiographiques (géo-pédologiques) de Guyane (Boulet, 1995). Coupe géomorphologique scannée du document : "Etude des sols du secteur de référence de la savane guyanaise – Plaine côtière ancienne en vue de l'assainissement drainage"

24. Les savanes côtières

Les vastes savanes¹¹⁰ côtières nourriront surtout l'espoir de colons qui souhaitent faire de la Guyane un pays d'élevage (Vivier, 1995 ; Le Roux, 1994). A leurs yeux les immenses savanes de Kourou, Sinnamary, Iracoubo représentaient des "ressources inépuisables" (Vivier, 1984a). « *Le bétail réussira ici à souhait, il y a des savanes immenses propres à en contenir une grande quantité* » (Maillart-Dumesles, 1787 cité par Le Roux, 1994).

Lorsque ces pâturages furent réellement exploités, l'appréciation de la ressource fut différente : Ces zones où ne « pousse qu'une mauvaise espèce d'herbe peu nourrissante et qui devient si dure en été que le bétail ne peut la manger... » (Lescallier, 1787, cité par Le Roux, 1994).

La technique pour améliorer la ressource fourragère de ces savanes fut longtemps de brûler les savanes. « *On brûle les savanes pour faire pousser d'excellentes herbes* » (La Barre, 1671 cité par Le Roux, 1994). « *Dans les savanes, le feu passe tous les ans. L'herbe desséchée et dure se remplace par une nouvelle herbe plus tendre et plus remplie de suc. Voilà en général toute la culture que requièrent les pâturages connus dans la Guyane sous le nom de savanes naturelles* » (Béhague, 1768 cité par Le Roux, 1994).

Depuis la fin du XIX^e siècle il fut question d'améliorer les savanes en introduisant des espèces fourragères exotiques notamment l'herbe de Guinée et l'herbe de Para¹¹¹ (Vivier, 1984a ; Le Roux, 1994 ; Béreau, 1995). Ces espèces fourragères furent introduites, pour la première fois en Guyane, aux alentours de 1800 (Thomassin, 1960 ; Vivier, 1984a&b). Des essais, sans lendemain, auraient été menés dans l'île de Cayenne et sur la moyenne Comté (Béreau, 1995). De nouveaux essais sont conduits dans les années 1950 par le BAFOG. Des boutures de plus de sept graminées fourragères¹¹² furent introduites de Martinique ou des Guyanes voisines. Trois de ces espèces avaient déjà été introduites et subsistaient au bord des routes³ (Thomassin, 1960). Dans les années 1960, l'IRAT¹¹³ et la SATEC¹¹⁴ complétèrent cette gamme¹¹⁵ (Vivier et Coppry, 1984). Les introductions de légumineuses fourragères furent plus limitées¹¹⁶. La plupart des espèces introduites ont présenté, lors des essais, des productions importantes, mais elles nécessitaient des soins attentifs. Pour que leur usage se vulgarise, il aurait fallu que les systèmes d'élevage en place à l'époque ressentent le besoin de s'intensifier, mais tel n'était pas le cas.

Le besoin d'intensification fourragère s'exprima dans les années 1970, non pas par l'émergence d'une demande endogène, mais pour la mise en place du volet élevage du programme général de développement de la Guyane initié par l'Etat ("Plan Vert"). Les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvres avaient décidé d'implanter les prairies que sur des défriches forestières (excluant toutes les terres de savanes mêmes celles à sables jaunes qualifiées de correctes par le BAFOG).

¹¹⁰ Le vocable savane semble avoir été employé pour la première fois à propos du Venezuela, en 1535, par Oviedo, moins de 50 ans après la découverte de l'Amérique ; pour cet auteur, les savanes étaient des étendues de terrains sans arbre et avec des herbes plus ou moins hautes, ou sans végétation. Depuis, ce terme a donné lieu à nombre d'interprétations différentes, et parfois contradictoire : il devenait indispensable de le préciser. Un congrès de spécialistes des groupements végétaux africains réuni à Yangambi en 1956, a défini en particulier la savane de la manière suivante : "formation herbeuse comportant une strate herbacée supérieure continue d'au moins quatre-vingt centimètres de haut qui influence une strate inférieure ; Graminées à feuilles planes, basilaires et caulinaires ; ordinairement brûlées annuellement" (Trochain, 1957), (Hook, 1971).

¹¹¹ Herbe de Guinée : *Panicum maximum* ; herbe de Para : *Brachiaria mutica*

¹¹² *Brachiaria mutica*, *Digitaria decumbens*, *Melinis minutiflora*, *Panicum maximum*, *Pennisetum clandestinum* & *purpureum*, *Tripsacum laxum*.

¹¹³ Institut de Recherche en Agronomie Tropicale.

¹¹⁴ Société d'Aide Technique et de Coopération.

¹¹⁵ *Brachiaria brizantha* "USDA", *Pennisetum purpureum* "Merker", *Ischaemum indicum*

¹¹⁶ Il s'agissait surtout de différentes espèces de *Pueraria*.



Photo. Figure n°57 :
Savane Combi, sol ferrallitique
conservé de barre haute teinte
⇨ oranger uniforme

Photo. Figure n°58 : Savane Corossony, sol dégradé à
caractère planosolique. Horizon sableux gris blanchâtre
puis jaunâtre surmontant vers
60 cm un horizon sablo - argileux ocreux, à porosité
tubulaire verticale d'origine racinaire (traînées grises) ⇨



⇨ Photo. Figure n°59 :
Savane Corossony, podzol de nappe haute sur cordon
littoral fossile. Un horizon blanchâtre épais surmonte un
horizon brun gris puis un alios brun d'épaisseur
irrégulière, localement induré.



Photo. Figure n°60 :
Savane Manuel, sol hydromorphe des étendues planes
("savanes argileuses") à gleyification croissante avec la
profondeur. ⇨

*Photos en page 55 du document : "Etude des sols du secteur de
référence de la savane guyanaise – Plaine côtière ancienne en vue
de l'assainissement drainage ; Rapport de Synthèse ; réalisé par
INRA-Science du sol, CEMAGREF-Division drainage et
Assainissement agricole (Favrotet al., 1987).*



⇨ Photo. Fig. n°61 : Savane Corossony, podzol de
nappe de barre haute. Présence d'une discontinuité
verticale brutale entre deux faciès du podzol. Ce
phénomène est fréquent sur barres pré littorales.



Photo. Figure n°62 : Savane Corossony, sol
hydromorphe de dépression avec Anmoor noirâtre au
sommet puis horizon sableux gris clair et argile bariolée
en profondeur tendance gley avec nappe.⇨

Le phytoécologue Jean Hoock, lors de ses travaux sur les savanes de Kourou (1970-1971) a fort bien décrit à quelles conditions étaient soumises ces savanes guyanaises de la plaine côtière : « *le paysage, ouvert sur de larges espaces, présente une sécheresse relative, malgré le total annuel des pluies, une ventilation plus importante que celle sous forêt et, surtout une insolation intense, en particulier pendant les saisons sèches sous un ciel constamment limpide... Cette action photoxéorique, jointe à celle du sol, nous semble prépondérante ici, à tel point que sommes tentés de remplacer l'expression de "Fire-Climax" de Tansley (1935) par celle de : "Sun and rain climax" qui nous semble mieux tenir compte des faits observés dans les savanes guyanaises.* »

L'étude des sols guyanais a apporté des éléments importants pour l'appréciation du potentiel guyanais. Leurs analyses ont été en contradiction avec la perception "d'eldorado - végétal" mentionnée par les premiers explorateurs, colons et maîtres d'ouvrage de grand projet de développement de ce territoire.¹¹⁷



Figure n° 63 (Favrot et al., 1987) : **Vue d'ensemble d'une savane (Corossony) depuis les premières collines du socle.** Au premier plan, un paysage de savane sableuse sur barre haute à mauvais drainage



Figure n°64 (Favrot et al., 1987) : **Végétation de versant de barre, savane (Corossony) à Cypéracée dominante (Bulbostylis lanata et Lagenocarpus tremulus...) associées à des algues de surface.** Entre les touffes, le sol sableux apparaît de couleur blanchâtre.

Figure n°65
(Favrot et al., 1987) : =>
Végétation de sommet de barre ; savane haute herbeuse à graminées Paspalum pulchellum,...



Figure n°66
(Favrot et al., 1987) : =>
Végétation de versant de barre (a), savane à Cypéracées dominantes avec Byrsonima verbascifolia ("oreilles d'ânes").



Figure n° 67 : Variation du peuplement végétal au contact versant barre - dépression :

- a)_ végétation clairsemée de versant de barre à cypéracée dominantes (type photo (a)),
- b)_végétation de bas de versant à Cypéracées dominantes (*Rhynchospora globosa*, teinte rougeâtre),
- c)_végétation de dépression humide ; Cypéracées et graminées *Trachypogon plumosus*, *Echinolaena inflexa*...), localement *Montrichardia arborescens* ("Moucou-Moucou"),
- d)_les premières collines du socle.

Figure n° 68 (Favrot et al.) =>



Les raisons¹¹⁸ ont été avancées par les responsables de la mise en œuvre des opérations du "Plan vert" pour exclure les zones de savanes des mises en valeur prairiale : faible fertilité des sols, pH très acide, toxicités aluminiques potentielles élevées et surtout importantes contraintes hydriques (Boulet et Humbel, 1980 ; Cabidoche, 1984). Ces contraintes rendaient ces terres de savanes inaptes à toutes cultures même à la mise en place de prairies : « *Les sols de savanes étant inaptes à une production rationnelle et importante.* » (Arnaud et al. 1976), « *les savanes sont inutilisables, même les essais de Brachiaria pour le pâturage sont médiocres à franchement mauvais suivant le degré de podzolisation de ces sols* » (Blancaneaux, 1981).

¹¹⁷ Perception qui a induit des projets catastrophiques, responsables de milliers de morts, ce qui fut le cas en particulier avec l'expédition de Kourou de 1763 à 1765. Plusieurs milliers de personnes sont mortes (8.000 à 10.000) ; ces colons avaient été recrutés dans toute l'Europe. La mauvaise organisation de ce projet et l'évaluation des ressources sont les raisons principales qui expliquent ce désastre (Henry, 1989 ; Thibaudault, 1995 ; Mam-Lam-Fouck, 1996).

¹¹⁸ Initialement, il avait été prévu par le "Plan vert" de Guyane de développer la filière bois en installant des usines de pâte à papier (Vivier, 1995). Il avait été démontré par ailleurs, que les prairies étaient de très bonnes cultures de "cicatrisation" (Lefeuvre, 1984 ; Sarrailh, 1990). Ainsi l'intérêt d'implanter des prairies après des défriches étaient multiples : gratuité du défrichement (payé par la valorisation du bois), protection du sol par un couvert rapidement installé et dense et utilisation de sol plus fertile que les sols de savanes.

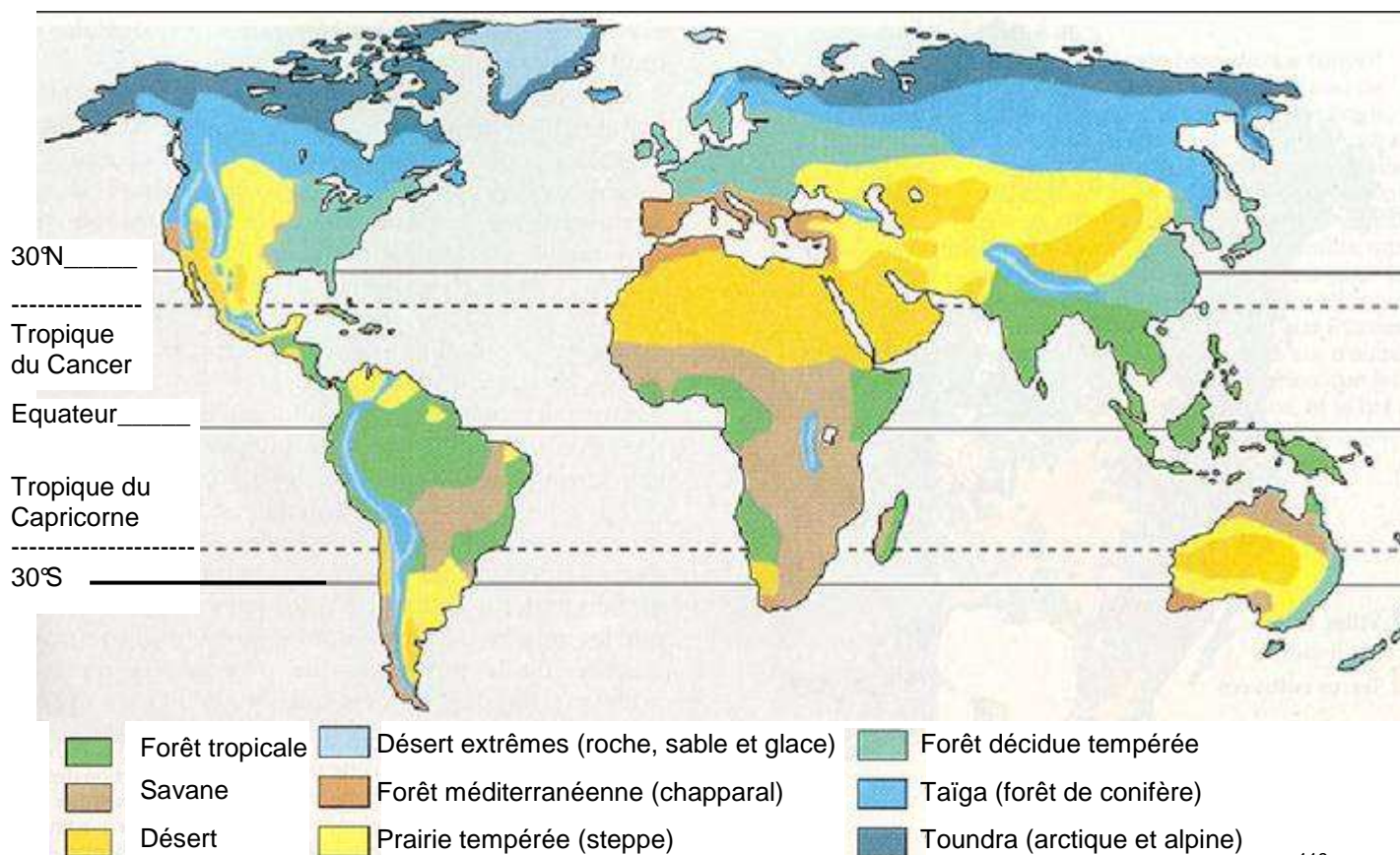
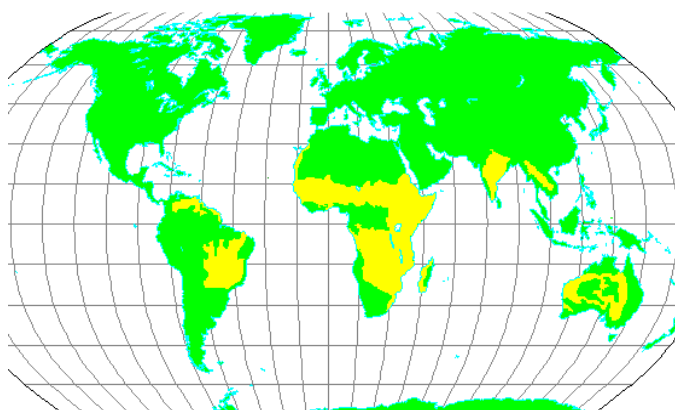


Figure n°68 : répartition des biomes à la surface de la terre. (Campbell, 1995 – Dajoz, 1996¹¹⁹)

Le biome "forêt tropicale" en Guyane comme dans de nombreux pays d'Amazonie, présente un enchevêtrement d'écosystèmes variés dont ceux de la bande côtière (mangrove), de la forêt et de ceux des pâtures.



Les biomes herbacés (prairies, savanes, steppes) couvrent plus du tiers des continents, environ 64 millions de km² (Ruffaldi, 2006). Ces formations herbacées sont peu présentes en zones équatoriales.

■ Biomes herbacés en région tropicale

Figure n°69 : Carte des biomes herbacés des Région tropicales (carte de : SLW, Octobre 1996¹²⁰).

Pour Campbell (1995), le terme de *pâturage* (qui correspond à celui de notre étude en Guyane) ou *savane*, suivant l'appellation de référence en écologie ou biogéographie, désigne également les régions de chevauchement entre la forêt et la prairie. Autre exemple : il se trouve une savane en Amérique du Nord, dans la zone d'interpénétration entre la forêt et la prairie tempérée, dans une bande qui s'étend grosso modo du Minnesota à l'est du Texas. Là, les conditions climatiques et les caractéristiques des communautés sont à mi-chemin entre celles de la forêt et celles de la prairie.

¹¹⁹ Campbell, Neil A. 1995. Chapitre 46 : L'écologie : Distribution et adaptation des organismes. Dans Biologie. Éditions du Renouveau Pédagogique Inc. Québec. Canada. // Dajoz, R. 1996. Précis d'écologie. 6e éd. Dunod, Paris.

¹²⁰ <http://www.runet.edu/~swoodwar/CLASSES/GEOG235/biomes/savanna/savanna.html>

25. Les herbages guyanais et d'autres écorégions

Les surfaces des prairies guyanaises implantées lors de cette opération agricole (" Plan vert ") ont été massives à l'échelle de l'activité agricole du département, représentant un ensemble supérieur à 40 % de la SAU (Surface Agricole Utile). Les cultures fourragères sont donc à l'origine de plus de 95 % des prairies utilisées par les élevages de bétail. L'élevage de bétail, depuis 1976 n'utilise plus les formations végétales spontanées, celles localement appelées de "savanes côtières" dont la végétation se reproduit le plus souvent selon un schéma de « fire – climax » défini dès Tansley en 1927, analyse consolidée et validée en Guyane par Hoock (1961)¹²¹. Ces créations de pâturages se justifiaient par le "Plan vert" durant la période 1976 - 1986, afin d'atteindre des végétations fourragères aptes à :

- 1/ produire des quantités de fourrages pouvant satisfaire les besoins de 800 à 1.200 kg de poids vif.ha⁻¹.an.⁻¹,
- 2/ produire des fourrages de qualité (supérieur à 0,45 UFL et 60 g PDIN par kg de MS),
- 3/ lisser les variations saisonnières de productivité de l'herbage.

L'exigence demandée à ces pâtures, fondement de ce modèle d'élevage importée, ne pouvait pas se faire sur des sols qui étaient qualifiés par la communauté scientifique comme étant impropres à toute culture, même aux espèces fourragères de type *Brachiaria* (Blancaneaux, 1981). Les terrains pâturés avant le programme du "Plan vert" n'ont donc pas fait l'objet d'un travail de valorisation par une révolution fourragère. Lors de la période d'interventions de ce plan en Guyane, les savanes sont presque toutes restées en l'état. D'autres voies avaient commencé à être explorées dans d'autres pays d'Amazonie, notamment en Colombie avec le CIAT¹²² (Rippstein *et al.* 2002), sans pour autant être à l'époque très solides. Les prairies guyanaises présentent des caractéristiques "agro – bio - géographiques" spécifiques et génériques, donc aptes à enrichir les concepts de typologies des surfaces pâturées, des surfaces herbacées.

251. Répartition, apparition des formations herbacées

La Guyane, par ses surfaces herbagères fournit de nouveaux critères (positions) pour enrichir les concepts (géographiques) utiles à des vastes échelles comme : les biomes herbacés, le saltus (souvent défini par défaut de ce qui n'est ni ager, ni sylva). *Un biome¹²³ (ou aire biotique) est un ensemble d'écosystèmes caractéristiques d'une grande zone biogéographique et nommé à partir de la végétation et des espèces animales qui y prédominent et qui y sont adaptées.* (Dajoz, 2003) ; *Les éléments climat, précipitations et température sont cruciaux dans la délimitation des ces biomes (Campbell, 1995).* La planisphère des biomes herbacés en zones tropicales montre que les formations issues de dynamiques écosystémiques (Tansley, 1935¹²⁴) aboutissent rarement à des biomes herbacés en zones équatoriales humides.

¹²¹ Hoock avait même décrit plus finement le mécanisme écologique de ses savanes côtières de Guyane comme étant un système « Fire – Sun – Wet – Climax ».

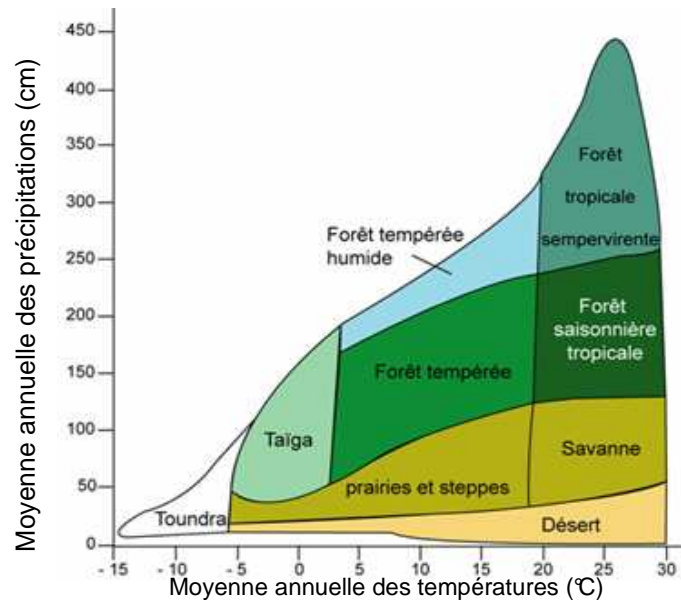
¹²² Centre International d'Agronomie Tropicale à Cali en Colombie.

¹²³ Les biomes terrestres sont souvent délicats à délimiter, d'une part parce que différentes habitudes de "nommage" existent, et d'autre part parce que les biomes ont rarement une frontière nette, même à une échelle de temps humaine. Souvent le biome reçoit un nom local en fonction du continent sur lequel il se trouve. Par exemple, le biome "prairies tempérées" est localement connu sous les noms de "steppe", "pampa" ou "veld" en fonction du continent. Le biome se définit aussi par son climat, en particulier températures et précipitations. D'autres aspects caractéristiques peuvent être le sol, ou d'autres paramètres physiques influençant la nature de l'environnement, par exemple une altitude particulière ou un sol périodiquement submergé. L'eau et les températures sont les deux facteurs écologiques permettant de définir un climat, et présentent généralement une zonation latitudinale. Il a été noté une bonne corrélation entre cette distribution et des bandes de végétation homogène. Cette distribution planétaire peut paraître une simplification pour la description des biomes, mais revêt une réalité : la biodiversité est croissante depuis les pôles jusqu'à l'équateur, que ce soit d'un point de vue animal ou végétal.

¹²⁴ Qui incluent l'action de l'homme, pouvant induire par exemple les "fire-climax".

Les zones herbacées constituent dans ces régions des écosystèmes en interdépendances et en complémentarités fortes avec les écosystèmes forestiers. Les raisons d'un tel maillage s'expliquent notamment par des "micro-situations" édaphiques (Lefeuvre, 1984).

Figure n°70 : Répartition des formations végétales suivant le climat (la température et la pluviométrie).



Les biomes herbacées sont constitués de plusieurs types dont :

_1) Les prairies et steppes sont présentes au cœur des continents en régions tempérées, là où les étés sont chauds et humides et les hivers froids. La pluviosité annuelle est en général de l'ordre de 300 à 500 mm, mais peut atteindre 1000 mm. On regroupe dans ce biome la prairie nord-américaine, les steppes russes, le veld sud-africain, la pampa sud-américaine, la puszta hongroise. La végétation est dominée par les Graminées.

_2) Les savanes qui sont des formations végétales herbacées intertropicales couvrant des surfaces très étendues dans des régions à climat ensoleillé, chaud en été (T° moyenne annuelle 26°C) et pluviosité faible en moyenne de 250 à 1000 mm.an⁻¹ en fonction du type de savane. Ces savanes herbeuses sont caractérisées par une végétation formée de poacées dures, hautes de 80 cm à plusieurs mètres. Elles sont particulièrement bien représentées en Afrique, en Amérique du sud. Les savanes arbustives sont caractérisées par la présence d'arbres plus ou moins dispersés (Acacia, baobab, en Afrique, eucalyptus en Australie, cactées en Amérique du sud).

En zone amazonienne les zones herbacées ne représentent que de faibles surfaces (savanes côtières des Guyanes, llanos, Cerrados). C'est sur ces formations herbacées minoritaires que l'élevage du bétail a commencées (années 1960 – 1970). Au début des années 1990, environ 252 millions ha de terres issues de savanes, llanos, cerrados, étaient pâturées par 100 millions de bovins (en Bolivie, Brésil, Colombie, les Guyanes, Venezuela). Ces pâtures étaient soit des formations végétales herbacées spontanées, soit des savanes mises en cultures fourragères. (Rippstein, Lascano *et al.*, 1996).

Les formations herbacées spontanées des zones équatoriales humides, offrent des possibilités d'accueil du bétail qui varient de 6 à 10 ha par tête.an⁻¹ (Hooek, 1971)¹²⁵ ; des observations sur ce sujet ont été consignées en Guyane française par le BAFOG¹²⁶, durant les années 1950, notamment dans les vastes plaines de savanes de Kourou (Thomassin, 1960). Depuis, de nombreuses mesures ont été réalisées dans les pays amazoniens, notamment au Brésil, par l'EMBRAPA¹²⁷ et en Colombie par le CIAT¹²⁸ (Rippstein et Allard *et al.*, 2001). Ces terres de savanes ont été très étudiées pour augmenter la productivité des herbacées (Rippstein, Escobar *et al.*, 2001) et donc l'accueil du bétail (pour augmenter le poids vif par ha). La recherche de pâture plus productive a aussi induit des déforestations sur de vastes surfaces pour planter des espèces fourragères le plus souvent en monoculture.

¹²⁵ 35 à 60 kg de poids vif.ha⁻¹.an⁻¹

¹²⁶ BAFOG : Bureau Agricole et Forestier de Guyane.

¹²⁷ EMBRAPA : [Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária](#), Brésil.

¹²⁸ CIAT : Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombie.

En 1995, les surfaces mises artificiellement en prairie sur des terrains déforestés atteignent 337 millions d'ha, soit plus que la surface totale des savanes pâturées (Rippstein *et al.*, 1996). La Guyane s'est aussi inscrite dans cette dynamique amazonienne, après avoir réalisée des études sur l'aptitude de ses savanes côtières pour l'élevage, leurs contraintes, des pistes possibles pour les lever. Et au final, un report des efforts sur la création (massive à son échelle) de prairies monospécifiques sur terrain déforesté. De façon spontanée les biomes terrestres ont rarement une frontière nette. Les délimitations sont le jeu d'équilibres permanents. L'option agronomique peut donc rompre le continuum environnemental où leurs frontières jouent le rôle "d'amortisseurs" des règles de successions écologiques.

252. Des prairies issues des sciences et techniques agronomiques

La perception des prairies et des fourrages, dans les pays dits modernes (globalement les pays de l'OCDE¹²⁹ inscrits à la création de cet organisme) a connu une forte évolution après la deuxième guerre mondiale. La récolte de la production spontanée de vieilles prairies (est le) *"reste de l'économie de cueillette du systèmes pastoral"*. (Il faut) passer à la véritable culture de l'herbe (p. 8, Chazal et Dumont, 1955 : *La nécessaire révolution fourragère et l'expérience lyonnaise*). Les prairies permanentes ou dites naturelles sont qualifiées de *"trop naturelles, car l'homme n'y intervient guère, trop permanentes donc trop vieilles et, par là, dégradées"* (p. 7, du même livre). Petit (1971) signalait : « le titre de "Révolution fourragère" a été choisi à dessein ». L'idée poursuivie n'était pas celle d'un progrès lent, mais bien d'une réelle rupture totale avec l'ancien système basé sur la prairie permanente (du livre de Chazal et Dumont, 1955). Le courant de ces idées serait apparu en 1947.

Dans les pays du nord de l'Europe, l'avancée de "l'herbe cultivée", débute même bien avant la France et les pays latins (Béranger, 1987). « *Cette notion "d'herbe cultivée", est la grande avance de la "Révolution fourragère" des années 1950-1960. A la suite des Anglo-saxons et le "ley farming", la prairie semée se développe en même temps que les espèces et les variétés sélectionnées* ». Cette historicité et ces conséquences font l'objet d'études à l'IGER¹³⁰. L'Amérique du Nord s'est aussi fortement impliquée dans cette dynamique de maîtrise des prairies tout en perturbant, en conséquence les biomes d'herbacées spontanées, aux Etats-Unis (Manin, 1997), comme au Canada (Clark, 1995¹³¹).

Les premières évolutions fourragères ont commencé tout d'abord avec les prairies artificielles¹³² avec l'apparition progressive des légumineuses (trèfle, luzerne) qui couvraient en France 2,6 millions d'ha en 1850 (Hnatyszyn, 1988). Cette "culture de l'herbe" n'a pas pu induire dans tous les pays une "révolution fourragère" et une valorisation des systèmes d'élevage (Hnatyszyn, 1988). Cette "poussée de l'herbe" après être passée dans les pays de l'OCDE, a connu une période où l'élan de la nouveauté semblait se heurter à des réalités moins positives comme les modalités de gestion technique de "l'herbe en culture" (Béranger, 1974). Dans une logique agronomique, des cultures fourrages annuelles, notamment le maïs, se sont répandues, en plus de la culture des prairies artificielles ou des prairies temporaires¹³³, dans tout l'arc atlantique européen (Le Gall, 1997).

¹²⁹ Organisation de coopération et de développement économiques de 30 pays : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Corée du Sud, Danemark, Espagne, Etats-Unis, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Islande, Irlande, Italie, Japon, Luxembourg, Mexique, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Rép. Slovaque, Rép. Tchèque, Royaume-Uni, Suède, Suisse, Turquie.

¹³⁰ IGER : Institute of Grassland and Environmental Research, <http://www.iger.bbsrc.ac.uk/igerweb/>

¹³¹ <http://www.wcds.afns.ualberta.ca/index.asp?page=/Proceedings/1995/Table>

¹³² Se dit généralement des prairies cultivées à partir d'une seule espèce, le plus souvent, une légumineuse. Il s'agit en réalité de culture fourragère annuelle de légumineuse.

¹³³ Prairies qui nécessitent d'être retournées et re-semées généralement tous les 4-5 ans, "ley farming" pour les anglais (Joly, 1977).

Durant les années 1970, les systèmes d'élevages des pays de l'OCDE, affichent des préoccupations pour gérer leurs prairies temporaires et arrivent même à se porter sur des cultures fourragères annuelles. Pendant ces mêmes années l'Amazonie met en valeur des millions d'ha en créant des prairies à partir d'espèces exotiques (la plupart d'origine africaine, comme pour le cortège des *Brachiaria* spp.). La Guyane comme les autres régions de l'Amazonie, adopte ce schéma d'africanisation des terres défrichées pour l'implantation de prairies (Vivier, 1984). Les options techniques se font sur des règles agronomiques standard, comme celle de n'implanter que des prairies mono spécifiques (Salette, 1978).

En Amazonie, malgré un développement plus tardif des prairies cultivées (vis-à-vis des pays tempérés, notamment de l'OCDE), au cours des années 1980-1990, la perception et la compréhension agronomique des prairies comme des cultures d'herbe ont très vite évoluées. En Guyane, des éleveurs ont su gérer des prairies, comme des milieux complexes, en sachant utiliser l'intérêt des mélanges et des associations. Les prairies n'étaient plus perçues comme une simple addition de talles ou stolons (Béreau, 1995). En Guyane et dans l'ensemble de l'Amazonie, les problèmes posés par l'embroussaillage ont fortement contribué à ne plus percevoir ces prairies implantées comme de simples cultures (Letenneur, Matheron, 1991 ; Escobar, Escobar, 2001), mais plus comme des agrosystèmes plus complexes.

En France, en 2001, l'Association Française pour la Production Fourragère (AFPF) a intitulé ses journées (rencontres) annuelles : « Nouveaux regards sur le pâturage ». Certes un tournant avait été amorcé dans les années 1990 (il suffit de se reporter aux travaux de Duru, Balent, Lemaire,...). Mais, une accélération avait été prise en raison de la perception négative des filières bovines par les consommateurs (crise de l'ESB). Les vertus des pâtures se trouvent renforcées (Micol, Picard, 1997 ; Balent, Alard, 1999 ; Durand EGF, 2002).

En Amazonie en général et en Guyane en particulier, l'herbe ne peut que rester la base de l'alimentation, car il existe très peu de produits pour complémentations significatifs, parfois des issues de riz (sons, farines basses) en Guyane, des drèches ou sous-produits fruitiers dans d'autres zones (Letenneur, Matheron, 1991 ; Topall, 2001). Les prairies, dont est issue cette herbe, deviennent très vite (dès les années 1980) l'objet de recherches pour tenter de pérenniser leur productivité (Vivier, 1984). La restauration des prairies dégradées par l'embroussaillage d'adventices envahissantes se révèle vite très complexe, onéreuse et d'un effet souvent éphémère. Ces prairies équatoriales s'avèrent, par des chemins différents, considérées par un "même regard" que celles des autres pays notamment tempérés. Au centre se trouve ***la production fourragère d'herbe issue de prairies pour lesquelles la limitation des perturbations est recherchée***. La prairie équatoriale est donc bien prise comme un écosystème au sens de Tansley (1935) ou comme un agro-écosystème (Balent *et al.*, 1993 ; Blanfort, 1996).

Il s'ouvre actuellement un autre terrain de comparaison ou d'appréciation entre les prairies en zone équatoriale et celles en pays tempérés. Les perceptions sociétales sur la "multifonctionnalité des prairies" (EGF, 200 ; AFPF 171, 2002), semblent être un sujet mis, ou remis en débat. Les herbages, en zones équatoriales / tropicales, relèvent de "corps de règles" eux-mêmes issus de situations culturelles et anthropologiques. En zones où les règles sont issues de compromis anciens, rentrent dans des jeux établis d'équilibre (travaux d'E. Leroy). Ces dynamiques d'équilibres évoluent suivant des processus sociétaux en fonction des perceptions sur les usages des herbagers. En revanche, en zone de forte mouvance, notamment en zone pionnière de colonisation foncière, ou de colonisation de l'usage du milieu, voire même de colonisation de territoire, peuvent se déverser de multiples appréciations fortement différenciées qui relèvent autant des appartenances communautaires, socio-économiques, politiques (environnementalistes et sociales).

Dans des milieux à fort « brassage », le fonds culturel commun (au sens de Darré), de lecture du milieu est en devenir, après des périodes de conflit. Il en résulte des perceptions qui sont multiples des herbages en zones amazoniennes des Cerrados et particulièrement les critères d'appréciation de la dégradation des herbages suivant l'appartenance sociale : éleveurs, environnementalistes¹³⁴, développeurs (Figuié, 2001). Les perceptions qui contribuent aux fondements des bases culturelles techniques dépendent aussi des objectifs attendus pour chaque "corps de métiers" ou "groupe d'intérêt". M. Figuié a montré combien les déclinaisons de la dégradation des herbages par des éleveurs étaient aussi liées à leurs attentes de l'herbage en question pour obtenir une production animale attendue.

Lorsqu'une zone pionnière est colonisée par une même population, le fond culturel technique (et globalement social) tend à se reproduire à l'identique tant que les similitudes de l'environnement (biophysique et institutionnel) le permettent. Dans les terres Neuves du Sénégal Oriental, l'installation de Sereer dans les années 1970, a montré combien les pratiques agraires courantes¹³⁵ se maintiennent même si elles évoluent sans pour autant ébranler l'ossature des acquis techniques et des savoir-faire (Lericollais, 1999). Un des chocs majeurs de ce déplacement s'est surtout révélé sur la capacité¹³⁶ d'adaptation et d'évolution de ces anciennes cultures agraires ; anciennes mais modernes quant à l'aptitude à saisir les opportunités techniques et organisationnelles¹³⁷. Un fond culturel commun transposé peut non seulement se maintenir (dans ses fondamentaux) après un déplacement, mais il a montré dans le cas des Sereer des Terres Neuves du Sénégal Oriental qu'il peut s'ouvrir à l'évolution plus facilement pour mener en parallèle le changement agraire et l'évolution écologique¹³⁸. De "fondations techniques et organisationnelles" robustes, enracinées, la confrontation à un nouveau milieu biophysique (différent comme une déclinaison pas comme une fracture), les agro-éleveurs sereer ont su revisiter la pertinence des pratiques et savoirs initiaux, pour identifier les nouvelles opportunités.

Les fonctions des prairies, comme le reste de l'agriculture et de l'élevage, font l'objet de redéfinitions dans certains pays tempérés, notamment ceux d'Europe ; d'où les travaux de nouvelles dimensions en matière de multifonctionnalité (AFPF, 2002). En zones tropicales, le débat n'a-t-il pas toujours été présent (Lericollais, 1999), ou même encore plus criant en Amazonie (Topall, 2001 ; Ferreira 2001) ? La situation des zones herbacées guyanaises (prairie implantée par culture ou végétation spontanée) s'inscrit entièrement dans ce questionnement sur la multifonctionnalité (PPDA, 2002). Au-delà des fonctions de production, les prairies (pour ne prendre qu'elles) présentent des atouts d'accueil faunistique majeurs (Blancaneaux, 1981 ; Sepanguy - Sepanrit, 1986 ; ONC-Guyane, 2000). Leur aptitude à tamponner les dynamiques hydriques (Cf. catastrophe routière de 2000 ; Sarrailh, 1990, opération Ecerex) commence à être prise en compte par les services de l'équipement. Les possibilités d'enrichissement biologiques et fonctionnelles des terrains de types podzol sont reconnues.

La limitation des avancées forestières est devenue possible grâce à la gestion pérenne des herbages (et la valorisation des sols les plus pauvres de savanes). La régulation de l'alumine

¹³⁴ Pour exemple et démonstration : <http://www.pronatura.org.br/fr/home/>

¹³⁵ Traction chevaline maintenue pour la plupart des travaux, alors que les incitations portaient sur la traction bovine (bovin disponible, crédit uniquement sur bovin...), la traction bovine a su aussi trouver sa place dans le fond culturel en évolution (Huguenin, Dubois, 1999).

¹³⁶ Capacité élevée, ayant présenté une rapide aptitude à réagir.

¹³⁷ Exemple remarquable des assolements et calendriers collectifs afin de faciliter et améliorer la vaine pâture après récolte des céréales (du mil) qui se fait toujours avant l'arachide.

¹³⁸ En s'inspirant du libellé d'unité de recherche créée par Pierre Milleville "Transitions agraires et dynamiques écologiques".

dans les eaux fluviales reste à afficher. Leur importance dans la séquestration du carbone (Chauvel, 1997), qui peut même être supérieure à celle des forêts en place, fait actuellement l'objet de calcul pour souligner leur pertinence... L'intérêt de ces prairies équatoriales de Guyane se retrouve dans toutes ces facettes qui ont été évoquées : mécanismes du fonctionnement écologique¹³⁹, évolutions techniques¹⁴⁰, "fonds culturel technique" en milieu pionnier, perceptions et réalités fonctionnelles - multifonctionnelles.

La Guyane, bien que n'étant qu'une très petite partie d'un immense territoire écorégional, où la mise en culture d'herbage a été massive, a su montrer et exposer les limites de ces types d'interventions agronomiques. A commencer par les "effets retours" de la perturbation du milieu qui se traduit par une délicate gestion des ligneux¹⁴¹ (Vivier, 1984 ; Topall, 2001). Avec une crise du secteur bovin qui s'est révélée avant celle actuellement connue en Europe, la filière bovine (certes modeste) de Guyane a dû se remettre en question. L'expérience de ses professionnels reste d'actualité¹⁴² (Tourrand, 2003 CP) car elle apporte d'autres "façons de faire". L'existence de ce "savoir-faire" sur des prairies en place dans des terrains pâturés depuis bientôt 30 ans légitime les médiations et les échanges avec d'autres pays sur les savoirs en matières d'écosystèmes pâturés des zones tropicales humides.

253. Des prairies décriées aux prairies vertueuses

En 1950, les prairies permanentes des pays tempérés étaient considérées comme un des éléments qui freinaient le développement agricole, car elles n'étaient pas assez productives. L'avènement des prairies temporaires, puis les cultures fourragères annuelles, avait pour objectif d'augmenter en quantité et qualité les fourrages globalement sur l'année. Ces cultures ont tenu une place majeure dans les systèmes fourragers des pays de l'OCDE. A présent, les herbages, les prairies pour pâtures sont reconsidérés, certes en tant que pourvoyeurs d'aliments de qualité, mais aussi comme objets de recherche sur des aspects plus variés : paysage, biodiversité, multifonctionnalité et tous les domaines touchant à l'environnement.

La remise en prairies permanentes de terres arables fait l'objet de programmes européens. La pâture a commencé à se révéler comme un outil précieux pour l'environnement à nouveau depuis le milieu des années 1980, notamment par l'intérêt de la pâture pour la gestion des friches et donc pour lutter contre les incendies¹⁴³ particulièrement en zones de friches péri-forestières (AFP, 1999 ; AME, 1999). Le recentrage de l'herbe et des pâtures au centre des systèmes fourragers a certes été accéléré par les crises de l'ESB. Toutefois, au-delà de ces crises, les atouts des herbages permanents ont bien été étudiés, démontrés et souvent par des initiatives de professionnels innovants comme le CEDAPA¹⁴⁴.

¹³⁹ Écologiques entre la végétation, les sols, la pâture et interventions directes de l'homme – éleveur.

¹⁴⁰ Qui a connu des "courants", "écoles", "figures", tout comme en France métropolitaine où il y a eu des : A. Voisin, A. Pochon..., des tendances intra et inter instituts et centres de recherche (Inra, Cnrs, Itcf, Itab), d'où ont été issus à la fois de divergences, mais aussi des convergences suivant les apports internationaux.

¹⁴¹ En restant dans le domaine des problèmes biologiques très importants, l'entomologie fournit aussi d'assez bons exemples concrets pour illustrer des règles essentielles en matière de protection des plantes : la monoculture en prairie induit toujours à terme des attaques. Les principales sont actuellement *Deois incompleta* (au Brésil : Cigarrinha), *Spodoptera frugiperda* (en Guyane : noctuelle)

¹⁴² Séjour récent d'une délégation guyanaise d'éleveurs en Amazonie brésilienne (co-organisé par J-F. Tourrand).

¹⁴³ Programmes agri-environnementaux : cadre communautaire et expérience en France - Document établi par M.

Nicolas Rougier - Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, France

¹⁴⁴ <http://www.cedapa.com/>

Depuis le sommet de Rio en 1992¹⁴⁵, le concept de développement durable¹⁴⁶ tente d'être mis en pratique (ou au moins à l'étude) dans l'agriculture occidentale (Gramont, 1995 ; Viaux, 1995). Dès Rio 1992, les modalités d'application de ce concept dans les pays du Sud sont mises en débat (Ballan, 1995). L'élevage, comme l'agriculture, revoit ses pratiques en cherchant des conditions de production plus extensives (AFPF, 1992¹⁴⁷ ; Béranger, 1995) dans les pays du Nord (OCDE en général) et plus intégrées (raisonnées) en zones tropicales (de Haan, Steinfeld, Blackburn, 1997 ; Steinfeld de Haan, Blackburn, 1997). L'élaboration de pratiques, en élevage de ruminants, conformes aux principes du rapport de Brundtland (1987), a induit de nombreuses études et observations. Leurs conclusions indiquent clairement que la pâture restait incontournable. Des études menées en Bretagne par Alard, Béranger, Journet (ed. 2002), indiquent que leurs résultats présentent un caractère générique à tout l'arc du bassin laitier de l'élevage bovin européen et même au-delà, tout en restant dans les pays de l'OCDE, comme en Nouvelle-Zélande.

Quant aux pays des régions chaudes, très rares sont les élevages de ruminants qui ont le choix de se passer de la pâture. En revanche, les travaux menés récemment indiquent que la pâture peut se révéler un très précieux allié pour préserver l'environnement. Au Brésil, de nombreux et récents travaux montrent l'intérêt des herbages équatoriaux pâturés (de Reynal, 1992 ; Chauvel, Barbosa *et al.*, 1997 ; Conway, 1998 ; Topall, 2001 ; Ferreira, 2001 ; Ruellan, 2002 ; Siegmund-Schultze, 2002). Des dynamiques sociales en matière de pratiques de pâture sont observées surtout dans les élevages laitiers (Hostiou, 2003). Ces pratiques sont "en recherche" de modes de gestion aptes à renforcer la résistance des herbages aux perturbations diverses : pressions déséquilibrées, feux, attaques entomologiques et surtout successions ligneuses (Huguenin, 2002). Parmi toutes ces récentes études concernant les herbages et les pâtures (*menées dans un cadre conceptuel élargi et tenant compte des effets retour sur un temps long*), de nouvelles vertus sont attribuées aux prairies :

- 1 Les externalités des eaux du sol pourraient se gérer grâce aux herbages et leur rôle biologique majeur dans les écosystèmes pour réduire "traiter" les résidus de pesticides et d'engrais, par filtrage des eaux du sol (FARRE, 1998 ; Mirecourt, Inra¹⁴⁸ ; Deprez ; Pauthenet et Tarello, 2001 ; Projet Nitrate en Suisse¹⁴⁹ ; Duval, 1995¹⁵⁰ ; PAC, 2003).
- 2 La séquestration de carbone dans le sol grâce aux prairies qui est à présent validée et admise par les instances internationales. La FAO, en 2002, indique que "*Les prairies : [sont] un grand réservoir potentiel de carbone*¹⁵¹" (Robert, 2002). De nombreux scientifiques tropicalistes (Koechlin, 1960 & 1963 ; Audru, Boudet, 1964...) avaient, depuis des décennies révélé l'importance du rôle des systèmes racinaires des formations végétales pâturables herbagères ; systèmes qui conditionnent le flux des matières organiques et le transfert des biomasses végétales aériennes et racinaires. Les savanes et les herbages tropicaux, ont aussi montré l'importance des quantités de matière organique présentes dans le sol grâce au système racinaire de ces formations végétales¹⁵² (César, 1971 ; César,

¹⁴⁵ Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Sommet planète Terre).

¹⁴⁶ Rapport de la Commission Brundtland, 1987

¹⁴⁷ L'extensification en production fourragère ; Compte-rendu des journées 1992 de l'Association Française pour la Production Fourragère.

¹⁴⁸ Benoît, M. (Directeur de la Station de MIRECOURT de l'INRA), Gras, F., (Université NANCY I, Laboratoire de Pédologie), Dormagen S., Patte, M., 1994 - Vittel et son environnement, rapport - <http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/svt/ressourc/regional/apbg/vittel.htm>

¹⁴⁹ Projet nitrate de la Confédération Suisse : <http://www.nitrate.ch/MedienInfo/images/medienrohstoff.html#Anchor-47857>

¹⁵⁰ Le rôle des légumineuses dans la pollution par les nitrates au Canada.

¹⁵¹ Les quantités de C du sol au-dessous des prairies en zone tempérée sont estimées à 70 t/ha, c'est similaire aux quantités emmagasinées dans les sols des forêts (Trumbmore *et al.*, 1995 ; Balesdent et Arrouays, 1999).

¹⁵² 2/3 de biomasse racinaire pour 1/3 de biomasse aérienne.

Menaut, 1974 ; César, 1992 ; Bruzon, 1992 ; Primavesi, 1999). La problématique de l'effet de serre a permis d'expliquer avec plus de "poids" l'intérêt des formations herbacées pour la séquestration du carbone dans le sol.

Actuellement, les travaux tendent à affiner les données et de mieux comprendre les dynamiques du cycle du carbone dans les écosystèmes pâturés. La suite des travaux qui étaient donc souvent menés sur les problématiques portant sur la matière organique, s'oriente sur les mécanismes favorables de séquestration du carbone (Lecomte *et al.*, 2002 ; Soussana, 2003). Des modalités de gestion des pâtures pour favoriser la séquestration du carbone (Fisher *et al.*, 1994), sont proposées aux professionnels. Des suivis précis en milieu tropical tendent à montrer que la séquestration du carbone dans les sols de prairies se révélerait encore plus pertinente que dans les pays tempérés (Lal, 1999).

3 La biodiversité paraît aussi comme un potentiel préservé et même renforcé grâce aux herbages et aux pâturages (Agreil *et al.*, 2003 ; Amiaud, 2003 ; EGF, 2002 ; Plantureux *et al.*, 2005). La richesse des cortèges floristiques dans les prairies permanentes pâturées a toujours fait l'objet d'une attention particulière des phytoécologues. L'appréciation chiffrée suivant des méthodes précises notamment celles de Daget et Poissonet (1971, 1972, 1991) a permis d'expliciter aux personnes non averties du domaine cette richesse des prairies permanentes en matière de diversités biologiques. La faune trouve aussi dans ces milieux des niches écologiques aptes à maintenir la richesse spécifique, allant de l'avifaune (EGF, 2002) à la zoofaune et la vie microbienne du sol (Davet, 1996).

D'une remise en question¹⁵³ des pâtures depuis 40 ans (performance agricole considérée comme négative dans les pays de l'OCDE) avec aussi une "image" négative des pâtures sur le milieu pour les ressources subnaturelles¹⁵⁴, la prairie s'avère à présent reconnue comme une réelle opportunité en matière de développement durable en agriculture. Ce renouveau, ce regain d'intérêt, pour les prairies, amène les institutions à diffuser des messages clairement favorables à la pâture auprès du grand public.

L'INRA a eu par exemple à présenter, à diffuser des fiches sur les atouts de l'herbe et des prairies qui ont été distribuées au salon international de l'agriculture de Paris en l'an 2000¹⁵⁵. Les titres de ces fiches évoquent clairement les positions et attentes actuelles que portent les agronomes sur les prairies :

- ↳ *L'herbe, du pâturage au paysage*¹⁵⁶
- ↳ *Rétention et dégradation des polluants d'origine agricole par des surfaces en herbe*
- ↳ *Vaches et brebis pour valoriser et entretenir les surfaces en herbe*
- ↳ *Retour à l'herbe*¹⁵⁷...

Sur le plan scientifique et sur le plan professionnel (éleveurs), la prairie est prise à présent considérée comme une agroécosystème lors des études, les suivis de dynamiques, leur gestion, (Snaydon, 1981 ; Balent, Duru, 1993 ; Blanfort, 1996 ; Weins, 1997). Les études écologiques sur la productibilité des herbages enrichissent les analyses agronomiques et agropastorales (De Montard, Gachon, 1978 ; Alard, 1990 ; Balent, 1994). Les méthodes d'études de l'écologie fonctionnelle sont, depuis les années 1990, reprises pour des travaux

¹⁵³ Particulièrement sur la pertinence des longues durées sans retournement.

¹⁵⁴ Notamment dans les pays du Sud où la pâture par l'élevage de bétail s'apparentait à la désertification, déforestation, qui tuait les poumons du globe !...

¹⁵⁵ <http://www.inra.fr/actualites/NATURE/fiherbe.htm>

¹⁵⁶ <http://www.inra.fr/actualites/NATURE/PanneauHerbe.htm>

¹⁵⁷ Retour à l'herbe : Exploitation des couverts des couverts végétaux par les ruminants. Le point des recherches à l'Inra <http://www.inra.fr/Internet/Directions/DIC/PRESSE/COMMUNIQUE/Sia/txt8.htm>

portant sur des prairies pâturées (Bonin, Loreau, 1997 ; Loiseau, Louault, 1998 ; Lavorel 2002 ; JEF, 2002 / 2003).

L'agroécosystème prairial pâturé peut concilier de multiples fonctions : économiques, sociales, environnementales... Ces fonctions peuvent être remplies autant pour des nécessités actuelles que pour couvrir des besoins dans le futur (concept de développement durable issu du rapport de la Commission Brundtland, 1987 ; apport du concept d'écodéveloppement défini par Sachs I., 1974 - 1999). Arthur Tansley, en 1935, avait élaboré sa théorie des écosystèmes à partir de ces travaux portant sur la complexité des équilibres prairiaux où l'homme avait toute sa place (Deléage, 1991). Nous avons ainsi un exemple intéressant sur 70 ans de jeux de perceptions en confrontation, d'enjeux variés ... Les connaissances acquises sur les dynamiques des écosystèmes pâturés ouvrent des perspectives dans le processus de révolution doublement verte (Malleret et Vergriette, 1996 ; Griffon, 1996 ; Boulanger, 2000 ; Vuarin, 2003).

La mise en avant publique des espoirs portés sur les prairies et pâtures s'accélère depuis l'année 2000 ; par exemples en 2000, l'INRA présente publiquement le « retour à l'herbe » ; en 2001, l'AFPF intitule ses journées annuelles : « nouveaux regards sur le pâturage » ; en 2002, l'EGF instruit un congrès européen sur : « la multifonctionnalité des prairies ».

La révolution doublement verte a pour objectif de passer d'une logique de développement, de la production de produits agricoles, fondée sur la maîtrise du milieu à court terme à des modalités de gestion aptes à potentialiser les variabilités biophysiques des écosystèmes grâce à la mise en pratique des connaissances accumulées des producteurs et scientifiques en matière d'écologie opérationnelle (Griffon, 1996).

Les prairies guyanaises ont aussi connu des périodes de fortes controverses. Elles ont été prônées par les maîtres d'œuvre du "plan vert" (dans le courant des années 1970) qui recherchaient à pouvoir satisfaire, par une haute productivité, l'alimentation (fourrages) du bétail, en quantifié et qualité. Elles ont ensuite été perçues comme très négatives, notamment par les éleveurs, mais aussi les nouveaux leaders d'opinion en matière de développement. Leur mise en place coûtait très cher lorsqu'il fallait procéder à une déforestation (3.800 à 6.900 € par ha). Les incidences écologiques induites par ses installations avaient des conséquences directes en matières d'agronomie fourragère, par de puissantes dynamiques d'embroussaillage.

Dès la fin des années 1980, des prairies ont été installées en terrain de savane. La maîtrise de ces nouveaux milieux a permis de disposer de prairies à des coûts moindres. Ces prairies sur savanes permettaient aux sols de se "bonifier" (amélioration de l'activité biologique, du pH, de la structure du sol, de sa teneur en matière organique...). La valorisation anthropique des savanes côtières par des organismes chargés de l'aménagement foncier (EPAG¹⁵⁸) a permis de révéler l'importance des paysages à végétation herbacée (comme sur la commune de Macouria, dans la zone de la savane Matiti). Ces espaces permettent de maintenir un tissu socio-économique en dehors des zones urbaines. La fonction première des prairies continue d'être remplie : fournir un fourrage frais permanent à un élevage qui contribue au maintien territorial d'une population en milieu rural.

Les prairies guyanaises restent des "biens privés" dont la fonction première est celle d'être pourvoyeuse de fourrage pour l'alimentation du bétail. Au-delà de cette fonction directe, les prairies garantissent un continuum entre les zones urbaines et les milieux forestiers. En cela elles sont déjà un "bien public". Depuis quelques années la prairie est perçue comme un bien précieux,

¹⁵⁸ Etablissement Public d'Aménagement de la Guyane.

ayant un rôle à jouer en matière d'environnement pour tamponner certains effets naturels (Cf. catastrophe de Cabassou¹⁵⁹ en avril 2000). Sur ce plan là aussi, les prairies guyanaises ne doivent pas être considérées comme marginales par rapport aux prairies des régions d'élevage ayant connu des phases d'intensification.

Cette partie montre comment les prairies guyanaises s'inscrivent dans une pertinence globale. Leur espace minoritaire dans un biome, s'avère une situation connue et reconnue pour leur intérêt. Avant leur implantation, il existait déjà des formations herbacées construites en continuum avec des formations forestières. L'intérêt de conduire des travaux dans ces situations se trouve notamment dans cet équilibre en continuum. Les démarches agricoles et agronomiques connues en Europe, mais aussi dans tous les pays d'Amazonie, se retrouvent en Guyane (l'herbage guyanais a d'abord été géré en l'état, puis des tentatives d'introductions de plantes exotiques ont eu lieu pendant deux siècles, pour tenter d'améliorer le couvert fourrager). Les dernières décennies du 20^e siècle n'ont pas oublié la Guyane dans ce domaine : des travaux d'amélioration du milieu ont abouti à la création de prairies artificielles (au sens étymologique) par des logiques agronomiques conceptualisées le plus souvent en milieu tempéré. Cette démarche plaçait la plante fourragère au centre des études sur les prairies.

Des éleveurs ont adopté une démarche et une gestion des prairies principalement basées sur les règles de successions végétales et les interactions avec le milieu. Les prairies guyanaises sont devenues des éléments propres au patrimoine local. Elles sont une garantie de fourrage sain pour le bétail et donc pour le maintien d'une activité économique dans les zones rurales. Dans les grands projets d'aménagement, leur recours, en maillage, devient une règle de réflexion pour éviter les "feux" phytopathologiques. Ces dynamiques prairiales (biophysiques, techniques, agro-géographiques), correspondent à celles rencontrées dans de nombreuses régions du monde. L'évolution des techniques et des perceptions agricoles sur les fourrages s'y révèle donc similaire à celles de nombreux pays qui ont connu une "révolution agricole" basée sur les règles issues des sciences agronomiques. La prairie guyanaise devient aussi, comme dans de nombreux pays, un milieu à piloter suivant des règles agroécologiques pour des fins multiples. Ces prairies équatoriales s'inscrivent donc bien dans les questionnements actuels sur les modalités de pilotage de ces milieux, en prenant plus en compte les règles d'analyses de l'écologie, comme celle de l'écologie fonctionnelle (JEF, 2002 / 2003). La vitesse de réactivité de ces prairies s'avère intéressante pour étudier l'agro-écologie des formations herbacées. Cette rapide réactivité provient essentiellement du climat : i) ensoleillement annuel élevé 2 200¹⁶⁰ heures, ii) une durée du jour très stable, entre 11h48 et 12h20, iii) une pluviométrie entre 2 et 3 m par an. Nous rappelons aussi que la plupart des graminées sont en C4, ce qui a pour conséquence des croissances élevées des plantes. La prairie guyanaise, de par sa réalité biogéographique, agroécologique, son pilotage agricole et social¹⁶¹ (dans le temps), sa vitesse de réactivité, présente des aptitudes intéressantes pour mener des travaux pertinents pouvant aboutir à des connaissances génériques.

¹⁵⁹ Dossier spécial : Degrad-Des-Cannes / CILAMA par Nplus : <http://www.nplus.gf/deggrad-cilama/>

Jean-Pierre Comte directeur du BRGM (service géologique régional) de Guyane, explique le principe d'un éboulement : Dans un éboulement, il y a des facteurs naturels et parfois aggravés ou déclenchés par des faits anthropiques (action de l'homme). Au départ, il y a un relief avec un équilibre naturel fragile. Cet équilibre est fragilisé par l'eau. Plus le terrain est saturé en eau et alors plus il devient instable. Et quand le matériau n'est pas stable, il cherche un nouvel équilibre en créant un mouvement, et plus précisément à l'endroit le plus fragile. Cela donne par exemple un tremblement de terre lorsque l'écorce terrestre bouge ou un éboulement. Outre les éléments naturels comme la pluie, l'intervention de l'homme peut aussi fragiliser un relief. Un terrain peut ainsi être fragilisé par une rupture de pente suite à l'ouverture d'une carrière, *par une modification de la couverture végétale* (les sols sont tenus par les racines), par un aménagement modifiant l'écoulement naturel des eaux... " Heureusement, la modification de l'équilibre naturel ne porte pas toujours à conséquence. La catastrophe " Degrad-Celima " est la première constatée en Guyane, un département réputé géologiquement très stable.

¹⁶⁰ Rapport 2002 sur les Régions Ultra Périphériques d'Europe http://www.erup.net/site_public_en_ligne/download/guya_vf.pdf.

¹⁶¹ Dont les perceptions sociales de la prairie équatoriale humide

3. Gestion des prairies suivant les systèmes d'élevage

Les constats réalisés sur les pratiques ont permis de renforcer les différences entre les groupes d'élevages qui ont été identifiés. Le croisement d'informations entre les trajectoires des éleveurs (et de leur élevage) et les pratiques (ainsi que les modes d'organisations à l'échelle de l'exploitation) permettait de formuler des hypothèses sociotechniques. En raison de notre objet d'étude nous avons essentiellement focalisé nos propos sur les pratiques ayant trait aux aspects pâturages. Les pratiques sont le reflet des projets, stratégies et logiques des éleveurs. « *On éclaire les pratiques par les projets. On comprend les pratiques par les projets.* » (Deffontaines, cité par Landais, *et al.* 1990).

31. L'arrivée de pratiques productivistes par le "Plan vert"

Les pratiques sont issues d'un contexte. Les bouleversements socio-éco-techniques de la Guyane des années 1970 ont aussi généré des bouleversements dans les pratiques, des retournements d'alliance sociale... Comprendre le choix des pratiques, leurs modalités de mises en œuvre nécessite quelques informations synthétiques concernant le contexte guyanais socio-économique et en particulier le secteur agricole avec son volet élevage.

Le "Plan vert" (1976-1984/86), projet de développement agricole décidé lors du comité interministériel du 24 juillet 1975 a marqué profondément l'histoire de la socio-économie agricole de la Guyane. Le plan a connu avant même son démarrage d'importantes difficultés. L'installation d'une industrie forestière et papetière¹⁶² devait être le moteur de ce plan. Malgré le revirement de ces industriels extérieurs (en raison de la baisse du cours de la pâte à papier et de problèmes techniques décelés¹⁶³), le plan de développement a quand même été maintenu, trop d'annonces ayant été faites et la situation socio-économique s'aggravant. Le gouvernement a donc préféré cautionner ce plan même s'il était considéré comme financièrement très fragile.

Rappel économique – historique – politique concernant la Guyane en 1974-1975

En 1975, la population guyanaise demande des comptes à l'Etat français pour les expropriations réalisées pour le centre spatial. Centre qui cette même année ralentit considérablement son activité (licenciement de personnel) en raison des échecs des fusées Europa. La Guyane hollandaise prépare son indépendance et devient le Surinam, Etat indépendant, le 25 novembre 1975. Des travailleurs clandestins, notamment brésiliens (estimés à 2 000) sont mis à demeure de regagner leur pays d'origine dès 1974, ce qui engendre des difficultés diplomatiques. Cet ensemble de faits incite la population à évoquer l'autodétermination et l'indépendance de la Guyane.

Le dispositif du "Plan vert" n'a pas le temps d'être réellement modifié après la décision de supprimer le secteur papetier & forestier. Les études prévisionnelles non plus, ce qui ne sera pas sans conséquence. L'élevage est ainsi devenu la « production d'entraînement » du « Plan Vert ».

¹⁶² Des groupes français et américains avaient été intéressés compte tenu des cours du papier en 1974-75. La filière bois devait à terme produire 250 000 tonnes de pâte à papier et 200 000 m³ de grumes (Le monde du 26 décembre 1975 : D. Vergièse, « Guyane : le pari du développement »).

¹⁶³ En premier lieu il s'est avéré trop cher de réaliser des voies d'accès (aucun cours d'eau n'est navigable pour des embarcations chargées). Concernant le volet grumier, les entreprises ont réalisé que la plupart des essences et surtout les nobles ne pouvaient pas être déchargées par les cours d'eau, car ces bois sont trop lourds et coulent ! Derniers points illustratifs : les essences de valeur sont généralement très dispersées, elles forment rarement des populations denses (donc augmentation des coûts d'accès et d'évacuation).

La filière élevage avant de pouvoir jouer un rôle de "moteur" devait commencer par se monter ! Le secteur de l'élevage bovin avait une importante fonction de production (pour le « Plan Vert ») avec pour objectif de couvrir les besoins en viande de la Guyane en 1988. Pour se faire il devait déjà commencer par assembler tous les éléments du système d'élevage du plan :

- importer des animaux¹⁶⁴ ;
- créer des ressources fourragères par mises en place de prairies sur terrain déforesté ;
- aménager le territoire (pistes, parcelles, clôtures, points, d'eau...) ;
- trouver des personnes pour "tenter l'aventure" (les premières années, des "éleveurs" essentiellement de métropoles françaises, furent installés, ensuite il y a eu une certaine diversité d'origine et notamment des guyanais dans les nouveaux éleveurs) ;
- construire toutes les structures en aval (commercialisation, abattoir ...).

Pour Vivier (1995) la difficulté majeure à ce montage de système d'élevage "parachuté" c'est qu'il n'était même pas assemblé !... « *la véritable difficulté réside dans la nécessaire mise en œuvre simultanée de toutes ces actions.* » (Vivier, 1995).

Remarque sur le FONCIER : Dans le cadre du "Plan vert", il a été mis en place une disposition nouvelle pour accéder à un terrain. Le terrain qui faisait l'objet d'une installation était contracté entre l'éleveur et l'Etat par un bail emphytéotique de 30 ans. L'accès à la propriété de plein droit existait surtout pour les constructions et les zones urbaines. Pour un usage agricole il existe un droit datant de la colonie. Des lopins de terres de moins de 5 ha peuvent être attribués à toutes personnes souhaitant réaliser une mise en valeur agricole. Au terme d'une période définie (5 ans généralement), les terrains peuvent être attribués s'ils sont reconnus par les autorités administratives avec un conseil de représentants professionnels qui jugent acceptable la mise en valeur du bien foncier.

Les principaux auteurs (qui portent un regard historique et géographique) pouvant fournir des éléments plus complets sur ce que Vivier a nommé « La tentation technocratique : le "Plan vert", 1975-1986 » (1995), sont donc Vivier, 1995 ; Vivier, 1984 ; Vivier, 1985 ; Vivier et Vissac, 1995 ; Gachet & Rouville, 1985 ; Gachet, 1989 ; Mam-Lam-Fouck, 1992, 1996. J'ai aussi pu disposer de nombreux compléments d'informations sont issus de documents très riches et variés (notes, rapports, lettres...) qui ont été mis à ma disposition par le SEBOG, l'ODEADOM, le CIRAD (Gerdar et Irat), l'IRD (Orstom), la DAF, des éleveurs...

32. Les espèces fourragères utilisées depuis 1970

Le premier des préalables pour ce Plan basé principalement sur l'élevage du bétail a été d'installer des prairies et donc de trouver des espèces qui pouvaient répondre aux objectifs de productivité des commanditaires. La plupart des espèces fourragères qui avaient été testées dans les années 1950-1960 n'ont pas été retenues (Vivier, 1995). C'est à la suite de travaux conduits aux Antilles, par l'INRA, au début des années 1970 sur les espèces fourragères, que fut retenue *Digitaria swazilandensis* pour une implantation à grande échelle en Guyane¹⁶⁵. Les surfaces de prairies sont passées de 250 ha en 1975 à 6.500 ha en 1980-81, représentant 76% des 8 à 9.000 ha défrichés en 1976 (Vivier et Coppry, 1984).

¹⁶⁴ En race zébu brahman du Costa Rica et du Panama. Il existait une incitation pour remplacer des animaux créoles par des zébus brahman.

¹⁶⁵ *Digitaria decumbens* qui donnait de bons résultats n'a pas été développée car elle était sensible à une virose qui sévissait au Surinam, *Brachiaria ruziziensis* sensible à la fusariose fut écartée (Vivier et Coppry, 1984).

Principales espèces fourragères installées en Guyane



Figure n°71 : prairie monospécifique en *Brachiaria humidicola*.



Figure n°73 : association *Brachiaria humidicola* et *Desmodium heterocarpon*.



Figure n° 72 : prairie monospécifique en *Digitaria swazilandensis*.



Figure n°74 : prairie monospécifique en *Brachiaria*

A la même période, en Europe, la "révolution fourragère" se répandait (Béranger, 1987), probablement davantage dans l'esprit des ingénieurs et techniciens agronomes chargés de développer les techniques d'élevage, que dans les campagnes notamment françaises (Petit, 1971). En France métropolitaine, les prairies permanentes constituaient la base de l'alimentation du bétail (Spindler, 1984). Ce type d'herbage commençait à être remis en question sur le vieux continent. Ces considérations ont probablement influencé les interprétations et perceptions des zootechniciens qui travaillaient en Guyane sur les aptitudes des savanes naturelles¹⁶⁶ de la région (Thomassin, 1960 ; Arnaud *et al.* 1976).

L'INRA a été chargé d'élargir la gamme fourragère à proposer aux éleveurs pour l'installation de prairies, « un nombre important d'espèces, variétés et écotypes de plantes fourragères¹⁶⁷ fut étudié à partir de 1977 » (Béreau et Vivier, 1985a). De ces travaux six espèces furent dans un premier temps retenues¹⁶⁸ (Béreau et Vivier, 1988). La gamme d'espèces à implanter devait permettre de choisir ce qu'il fallait implanter, suivant les types de sol : par exemple, *Brachiaria decumbens* sur sol bien drainé et *Brachiaria mutica* "Tanner" en zone très humide (Béreau, 1995).

¹⁶⁶ De 1952 à 1960, le BAFOG (Bureau Agricole et Forestier Guyanais) avait conduit des travaux sur l'élevage et plus particulièrement sur les possibilités de valorisation et de meilleure exploitation des savanes naturelles et la création de cultures fourragères (Thomassin, 1960). A noter que le "Plan vert" n'a mené aucune étude sur la mise en valeur des savanes ; ce sont des éleveurs qui en ont d'abord mené de façon empirique, puis des études ont été commandées par les collectivités territoriales.

¹⁶⁷ Les espèces locales ne furent jamais l'objet d'étude. Vivier faisait remarquer en 1981 que les ressources végétales (fourragères) de la région devraient être étudiées. Il faisait mention d'un seul travail à sa connaissance sur le sujet datant de 1928 qui désignait "les espèces fourragères qui existent en Guyane et qui signalait celles que préfère le bétail, soit en raison de leur qualité, soit en raison de leur abondance". (Vivier, 1984a).

¹⁶⁸ *Digitaria swazilandensis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria mutica tanner*, *Brachiaria ruziziensis*, *Ischaemum timorense*, *Pennisetum purpureum*, *Andropogon gayanus*.

Le tableau n° 5 : “Espèces et cultivars présents dans les prairies implantées¹⁶⁹” ci-dessous donne le nom des espèces fourragères présentes en Guyane dans des élevages.

Espèces et cultivars fourragers implantés en Guyane (1995-2000)				Introduction		Présence. (1)
Familles	Genres	Espèces	Installation	Epoque et Organisme		
Légumineuses	<i>Aeschynomene</i>	<i>americana</i>	par semis	Années 80	INRA	E
Légumineuses	<i>Arachis</i>	<i>pintoï</i>	par semis	années 80-90	INRA/CIRAD	E
Légumineuses	<i>Calopogonium</i>	<i>mucunoïdes</i>	par semis	1980	INRA	+
Légumineuses	<i>Desmodium</i>	<i>ovalifolium</i> cv CIAT 350	par semis	Années 80	INRA	+
Légumineuses	<i>Pueraria</i>	<i>phaseoloïdes</i>	par semis	1955	BAFOG	E
Légumineuses	<i>Stylosanthes</i>	<i>hamata</i>	par semis	Années 90	CIRAD	+
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>arrecta</i> cv tanner	par boutures	Années 1970	DAF	+
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>brizantha</i>	par semis	Années 1980	INRA	++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>brizantha</i> cv USDA	par boutures	Années 1970	IRAT	++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>decumbens</i>	par boutures	Années 1975	INRA	+++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>humidicola</i>	par boutures	Années 1980	INRA	++
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>mutica</i>	par boutures	Années 1960	IRAT	E
Graminées	<i>Brachiaria</i>	<i>Ruziziensis</i>	par boutures	Années 1973	INRA	++
Graminées	<i>Digitaria</i>	<i>swazilandensis</i>	par boutures	Années1970	INRA	+++
Graminées	<i>Hemarthria</i>	<i>altissima</i>	par boutures	Années1960	DAF	E
Graminées	<i>Ischaemum</i>	<i>indicum</i>	par boutures	Années1960	SATEC	+
Graminées	<i>Ischaemum</i>	<i>timorensis</i>	par boutures	Années1960	BAFOG	+
Graminées	<i>Panicum</i>	<i>maximum</i>	par semis	Années 1960	INRA	E
Graminées	<i>Paspalum</i>	<i>conjugatum</i>	par semis	Années 1980	INRA	E
Graminées	<i>Pennisetum</i>	<i>purpureum</i>	par boutures	Années 1960	BAFOG	E

(1) présence approximative des différentes espèces fourragères exploitées en Guyane, E = Epsilon
[Sources : Inra, Cirad-Emvt, SCEGOG]

Ce tableau montre aussi l'importance du cortège en espèces fourragères se trouvant en Guyane.

Dans les recommandations du “Plan vert”, il était exclu de pratiquer des mélanges (entre espèces, notamment entre graminées) et il était peu recommandé d'effectuer des associations (graminées - légumineuses).

L'implantation de **prairies monospécifiques** a été une règle permanente (Béreau et Vivier, 1985 ; Béreau, 1995). « *Il semble bien que l'intensification fourragère souhaitable dans beaucoup de pays tropicaux, soit plus aisée en utilisant des graminées pures* » (Salette, 1967 cité par Béreau et Vivier, 1985). On retrouve cette règle dans tous les pays de l'Amazonie (Rippstein *et al.* 1996 ; Chauvel *et al.*, 1997). Cette volonté de créer des prairies mono-spécifiques était aussi très ancrée dans l'esprit des agronomes européens dans les années 1970 : « *En Europe, tous voient dans la culture monospécifique un facteur de progrès décisif dans la maîtrise de l'alimentation des animaux.* » (Mansat, 1973). Pourtant, dès 1981, Vivier faisait remarquer la fragilité des cultures monospécifiques qui couraient d'importants risques phytosanitaires (Vivier, 1984a).

Lors de notre étude, il est apparu que l'implantation des prairies mono-spécifiques reste dominante. Toutefois, les tentatives d'association graminées - légumineuses, commencent à se faire plus fréquentes, même si cela ne concerne pas des surfaces importantes¹⁷⁰.

¹⁶⁹ Ces espèces sont presque toutes originaires d'Afrique, ce fut la même situation dans d'autres pays voisins, « *la généralisation [des espèces venant d'Afrique] sera telle que l'on parlera "d'africanisation de l'Amazonie".* » (O'Reilly-Sternberg, 1981 cité par Vivier, 1984).

¹⁷⁰ Les premières associations en vraie grandeur ont commencé en 1984 chez Mr. H. Bergère (Communications personnelles de l'éleveur et d'acteurs de la filière, dont J.P. Gachet ex. Inra).

Le CIRAD a noté, au niveau du Syndicat des Eleveurs Bovin de Guyane (SEBOG) devenu la Société Coopérative des Eleveurs Bovins de Guyane (SCEBOG), que 23 % des adhérents avaient essayé ce type d'installation (Huguenin, 2001). Lors du retrait de l'INRA, à la fin des années 1980, les collections fourragères qui étaient destinées à élargir la gamme des espèces (et cultivars) adaptées aux conditions locales ont été arrêtées quelques années après la fin du "Plan vert". Le CIRAD en 1995, en partenariat avec un syndicat professionnel (SEBOG), l'EMBRAPA et le CIAT, a ouvert à nouveau deux collections d'études sur le comportement d'espèces fourragères¹⁷¹. Les premiers résultats de ces collections confirment les qualités remarquables de *D. ovalifolium* et signalent le bon comportement de l'*Arachis pintoï* cv Ciat 18748 (Bigot, 1996).

L'objectif de ces implantations était le même que celui qui était auparavant assigné à l'Inra, avec toutefois comme priorité l'étude des légumineuses susceptibles d'être associées. En effet, si la gamme des graminées présentes et exploitées est actuellement relativement satisfaisante, celle des légumineuses reste très restreinte : *Calopogonium mucunoïdes* s'avère adapté mais ne se pérennise pas ; *Desmodium ovalifolium* cv CIAT 350 (synonyme de *D. heterocarpum*) est la seule espèce qui semble se pérenniser.

33. Règles du "Plan vert" concernant les prairies

Par règles du "Plan vert", il faut considérer à la fois : les théories initiales des concepteurs¹⁷², les modalités d'application du maître d'œuvre (DAF) avec ses sociétés de développement comme la SATEC¹⁷³, et le travail des organismes de recherche¹⁷⁴ dont la mission était de faciliter ses applications par une meilleure connaissance du milieu (sous-entendu "à dompter"). Ces règles du "Plan vert" servent de repères (au moins pour faire un étalonnage) à tous les producteurs et à tous les professionnels du secteur de l'élevage de ruminants en Guyane. Un bref rappel de ces règles s'avère donc incontournable pour observer et travailler sur l'état et les dynamiques des prairies. A présent, les règles de gestion et d'itinéraires techniques en matière d'élevage se réfèrent à celles du "Plan vert", même si leurs applications ont évolué.

Le système fourrager qui s'était mis en place grâce à la dynamique du "Plan vert", avait atteint 8.000 ha en 1989, avec une prédominance de *Digitaria swazilandensis*¹⁷⁵ (Béreau, 1995). Son maintien dépendait principalement du mode d'exploitation et du niveau d'entretien qui étaient réalisés (Favrot *et al.*, 1987 ; Béreau et Vivier, 1988 ; Béreau, 1995). Les nombreuses règles de conduites et de techniques de gestion des pâturages élaborées en Guyane depuis 50 ans s'adressaient, dans la majorité des cas, initialement à des prairies implantées sur défriche forestière. Toutefois, les mêmes règles et techniques pouvaient être recommandées pour les prairies installées sur sols de savane et même, dans certains cas, pour les savanes naturelles.

Les niveaux d'adoption des pratiques issues du "Plan vert" et les savoir-faire des éleveurs, présentent de très importantes variations. Néanmoins, un nouveau « corps de règles » semble

¹⁷¹ Dans le cadre d'un F.I.C. : Fond Inter – Caraïbes (Coopération régionales Antilles – Guyanes), qui a co-financé un projet Brésil - Guyane, instruit en Guyane par le : Cirad-Emvt, le SEBOG (Syndicat des Eleveurs Bovins Guyanais), A. Othily, Délégué Régional à la Recherche et à la Technologie de Guyane (DRRT). Au Brésil les principaux correspondants étaient Jonas B. Veiga de l'EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) et J.-F. Tourrand (Cirad) et G. Rippstein en poste, à l'époque, au CIAT (Centre International d'Agronomie Tropicale basé à Cali en Colombie).

¹⁷² SCET International, DDA-Guyane, Commission des Communautés Européennes ; Arnaud, Nobile *et al.* 1976.

¹⁷³ Société d'Aide Technique et de Coopération

¹⁷⁴ Dont l'INRA qui était chargé de l'élevage bovin et des pâturages, l'IRAT des cultures vivrières et du maraîchage, l'IRFA de l'arboriculture (Vivier, 1995).

¹⁷⁵ Plus des 2/3 de cette surface sont issus de défriches forestières.

s'être inscrit en Guyane en matière de pâturage. Ces pratiques sur les pâturages sont devenues un "patrimoine commun" aux éleveurs en place. Elles constituent "un fonds technique commun"¹⁷⁶ qui permet aux différents individus de se situer au sein de leur groupe socioprofessionnel en fonction de leurs pratiques. Pour les intervenants extérieurs à ce groupe, elles sont des références, des "points de repères" qui permettent d'avoir une lecture du temps en observant comment elles évoluent, comment elles peuvent être appropriées en devenant une pratique¹⁷⁷. Ces références peuvent aussi permettre d'apprécier d'autres techniques employées dans des pays voisins ou zones ayant des similitudes écologiques.

331. L'implantation des prairies

Dans les années 1970 et début 1980, les implantations de prairies sur défriches forestières avaient été dominantes. Au début des années 1990, les implantations sur savanes sont devenues à leur tour majoritaires.

Les méthodes de défrichement ont toujours fait l'objet de nombreux débats.

« Compte tenu de la fragilité des sols, le succès de l'implantation d'une culture dépend des précautions avec lesquelles le défrichement a été réalisé » (Vissac, 1984). Deux grands types de défrichements avaient été pratiqués : le défrichement mécanique¹⁷⁸ avec dessouchage et le défrichement manuel¹⁷⁹ (Cabidoche, 1984 ; Favrot *et al.*, 1987). Le premier type de défrichement était le plus utilisé au début du "Plan vert" (pour des raisons de rapidité d'exécution). Le second type de défrichement était apparu, pour les agronomes, préférable car moins onéreux, déstructurant moins le sol et permettant, grâce à la restitution des oligo-éléments, l'économie du chaulage et de la fertilisation pendant au moins une année (Cabidoche, 1984). Le défrichement manuel (semi – mécanisé), présentait certes l'avantage de limiter les perturbations du sol, mais ces terrains conservaient des souches qui empêchaient toute mécanisation pour l'entretien de la prairie. Certains éleveurs avaient donc dû développer eux-mêmes des itinéraires techniques aptes à préserver la structure et la fertilité du sol de forêt en adoptant une solution à deux étapes : défrichement manuel, puis, après que la culture fourragère couvre le terrain, dessouchage mécanique (Dedieu, 1985). Des remarques similaires ont été faites sur les deux types de défrichement dans des pays voisins, notamment en Amazonie brésilienne :

« L'effet de la déforestation mécanisée se manifeste par le tassement du sol sur 20 à 40 cm. [Cette déforestation] qui consiste à enlever du sol les racines... , supprime la couche supérieure du sol... induit une exposition du sol à la pluie, au soleil et au vent et a pour effet de modifier le climat du sol. » (Chauvel *et al.*, 1997).

Pour les implantations sur savanes, des aménagements fonciers étaient préconisés. Il s'agissait d'assainissement et de drainage, consistant à ouvrir des fossés dans les lignes de talweg (Favrot *et al.*, 1987). Lorsqu'il était possible de choisir le terrain à emblaver, les zones à sables jaunes étaient conseillées (Thomassin, 1960 ; Hooek, 1971).

¹⁷⁶ Concept de "fonds commun" développée par J.-P. Darré (1996).

¹⁷⁷ « la pratique est la façon dont l'opérateur met en œuvre une opération technique. Alors que les techniques peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur qui les met en œuvre, il n'en est pas de même pour les pratiques » (Tessier, 1979).

¹⁷⁸ Le défrichement mécanique avec dessouchage a été le plus utilisé au début [du "Plan vert"] : les arbres entiers sont abattus, puis repoussés en andains qui sont brûlés en fin de saison sèche. Ainsi toute la biomasse représentée par la forêt sur pied est gaspillée. Par ailleurs, les premiers centimètres du sol sont souvent remaniés par le patinage des chenilles du bulldozer (d'autant plus lorsque le défrichement a été fait en saison humide) (Cabidoche, 1984).

¹⁷⁹ Le défrichement manuel consiste à abattre les arbres à la tronçonneuse puis effectuer un brûlis après ébranchage. Les quelques souches restantes sont reprises et brûlées plusieurs mois plus tard (Favrot *et al.*, 1987).

Dans le reste de l'Amazonie, les cultures fourragères dans les zones de savanes connaissent aussi une progression importante¹⁸⁰. En Colombie, « *dans une zone des Llanos [savanes naturelles du pays] les superficies semées avec des espèces fourragères sont passées de 4,5% de la surface fourragère totale en 1977 à 16,8% en 1992* » (Rippstein, 1996). Des installations de prairies sur savanes ont toujours été pratiquées, même si elles n'étaient pas recommandées dans les années 1970. Elles permettaient d'économiser un défrichement et la prairie était immédiatement "mécanisable".

L'apport d'amendement calcaire était considéré comme indispensable à une bonne installation de la prairie (Barbier et Andrieux, 1985a ; Béreau et Vivier, 1988), en raison de l'acidité des sols et de leur toxicité aluminique (Cabidoche, 1984). L'INRA précisait toutefois que l'effet du CaO dans les sols tropicaux n'avait pas la même durée que dans les pays tempérés, il fallait donc envisager son apport à un rythme voisin de celui des fertilisations.

La préparation du sol, que ce soit pour un semis ou pour un bouturage, était recommandée. Un labour devait à la fois décompacter le sol et permettre de contrôler la végétation en place (Béreau et Vivier, 1988). La préparation du sol devait faire l'objet d'une attention toute particulière surtout si l'installation se faisait par semis (Barbier et Andrieux, 1985a). C'est une remarque générale qui n'est pas spécifique à la Guyane et que l'on retrouve dans de nombreux manuels¹⁸¹.

Un désherbage total au glyphosate était préconisé, avant de réaliser l'implantation, afin d'éliminer la flore en place (Béreau et Vivier, 1988). Mais, compte tenu du coût de ce type d'opération, c'est une technique qui n'a jamais été vraiment pratiquée (Dedieu *et al.*, 1995).

Les semis devaient être réalisés à des doses de 2 à 6 kg.ha.⁻¹, suivant les espèces choisies (Béreau et Vivier, 1988). Ces quantités relativement élevées, étaient conseillées afin de pallier au mauvais taux de germination des semences qui devaient être importées.

332. L'entretien des prairies implantées

Compte tenu du modèle intensif d'élevage retenu par le "Plan vert", il fallait non seulement que les prairies se maintiennent, mais il fallait surtout qu'elles aient un haut niveau de production.

Dans l'étude préparatoire au programme élevage du "Plan vert" il était indiqué que :

« *L'intensification de la production de viande devra avant tout être recherchée par une augmentation de la charge à l'hectare plutôt que par le recours à des animaux à hautes performances qui ne pourraient extérioriser leur potentiel génétique que grâce à des aliments concentrés d'importation rendant ainsi très vulnérable la spéculation* » (Arnaud *et al.*, 1976).

L'objectif était de créer un système d'élevage basé sur une forte intensification fourragère afin de n'avoir recours qu'à un minimum de complément pour nourrir les animaux : « *Il apparaît finalement que, dans le cadre du système intensif qui sous-tendait tous ces essais, la productivité des prairies est particulièrement importante...* » (Ingrand *et al.*, 1995).

Le niveau de fertilisation à l'époque du "Plan vert" s'inspirait des résultats d'essais conduits par l'INRA en Guyane de 1977 à 1980. Les organismes de recherche et de développement recommandaient : « *Une fertilisation annuelle de : 500 kg.ha⁻¹ de chaux épandus en deux fois et 100 unités de N-P-K sous forme de 3 x 17 fractionnées en apports de 25 unités épandues après le passage des animaux tous les deux cycles (soit environ 90 jours)* » (Vivier *et al.* 1984).

¹⁸⁰ avec des andropogonées (*Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia rufa*), *Panicum maximum* et *Brachiaria* spp. (Rippstein, 1996).

¹⁸¹ « *Les semis de graines, qui sont souvent petites, doivent s'effectuer sur "un lit de semences" consistant en un sol finement émietté et tassé au rouleau* » (Boudet, 1984).

Tous les essais agropastoraux¹⁸² et zootechniques qui ont été menés dans les années 1970 et 1980 se basaient sur un système herbager recevant entre 100 et 150 unités d'azote.ha⁻¹.an⁻¹. (Arnaud et al., 1976 ; Vivier et Coppry, 1984 ; Xandé et Vivier 1984 ; Béreau et Sarrailh, 1985 ; Barbier et Andrieux, 1985a&b ; De Rouville, 1985 ; De Rouville et Matheron, 1987 ; Ingrand et al., 1995). Aux Antilles françaises, les niveaux de fertilisation étudiés et préconisés pouvaient se situer à la même époque entre 300 et 450 unités d'azote.ha⁻¹.an⁻¹ (Champahnet, 1987 ; Naves et al. 1987). En France métropolitaine, dans les années 1960-début 1970, l'intensification avec une forte fumure azotée était prônée. Dans certains modèles, les niveaux pouvaient atteindre 60 unités d'azote.mois⁻¹.ha⁻¹ (Gillet *et al.*, 1979).

Avec les répercussions de la crise pétrolière 1973-75, puis celle de l'économie mondiale, la recherche de la réduction des coûts était devenue fondamentale. « *Si l'azote est le facteur essentiel de la maîtrise de la croissance de l'herbe, l'accroissement de son coût oblige de l'utiliser à l'optimum de son efficacité* » (Béranger, 1987). En Guyane il en était de même. « *Les recherches dans le domaine de la fertilisation devront être poursuivies d'autant que le coût des engrais est très élevé en Guyane.* » (Vivier *et al.*, 1985). Une enquête conduite par Dedieu en 1986, avait montré qu'en pratique la fertilisation variait de 0 à 108 unités d'azote ha⁻¹.an⁻¹ et de 0 à 93 unités de phosphore et de potasse ha⁻¹.an⁻¹ et plus de 50 p.100 des éleveurs avaient un niveau de fertilisation inférieur à 50 unités d'azote ha⁻¹.an⁻¹. (Dedieu *et al.*, 1995). « *Depuis 1986, de nombreux producteurs, pour des raisons de trésorerie et un contexte de crise de production, ont réduit considérablement leur achat d'engrais* » (Letenneur et Matheron, 1991).

A la fin des années 1980, les fiches techniques recommandaient des niveaux plus modestes : 70-80 unités N.P.K.ha⁻¹.an⁻¹ (Béreau, 1995 ; Vivier *et al.*, 1995). Il s'agissait d'un niveau minimum, en dessous duquel les risques de dégradation des prairies étaient considérés comme importants (Vivier et Coppry, 1984 ; Barbier et Andrieux, 1985a&b ; Vivier *et al.*, 1985 ; Favrot *et al.*, 1987 ; Béreau et Planquette, 1991 ; Letenneur et Matheron, 1991 ; Béreau, 1995 ; Vivier et Vissac, 1995). Actuellement la majorité des éleveurs du SEBOG ne fertilise plus. Et parmi ceux qui épandent de l'engrais, les niveaux d'apports dépassent rarement 50 unités d'azote ha⁻¹.an⁻¹. La principale raison invoquée est d'ordre financier (et de trésorerie). Toutefois, quelques éleveurs maintiennent un niveau d'apport en élément phosphocalcique de l'ordre de 100 unités de phosphore ha⁻¹.an⁻¹ (avec des scories ou des phosphates naturels).

Le contrôle des adventices¹⁸³ avait été un aspect qui s'était révélé très rapidement très important en matière d'entretien des prairies. Les espèces fourragères utilisées en Guyane ne sont pas originaires, pour la plupart, de la région¹⁸⁴. Elles se trouvent donc en compétition avec une végétation adventice bien adaptée aux conditions pédo-climatiques locales (Vivier, Coppry, 1984). En système de pâture, sous la dent des animaux, la concurrence devient inégale, les adventices n'étant en général pas ou peu consommées. C'est donc par des interventions agronomiques *ad hoc* que l'éleveur devait établir un équilibre favorable aux espèces implantées dans les prairies. « *Outre les contraintes pédologiques rencontrées dans le département : taux de matière organique faible, peu d'argile dans les horizons de surface, acidité des sols (toxicité aluminique) tassement, hydromorphie, l'apparition et l'installation des adventices sont sous l'influence de facteurs liés aux méthodes culturales et à la conduite des pâturages* » (Béreau et Planquette, 1991).

¹⁸² Notamment *Brachiaria humidicola* (plante agressive et supportant les zones hydromorphes), *Ischaemum indicum*, *Ischaemum timorense*, *Brachiaria mutica* cv Tanner... (espèces se développant correctement dans des zones temporairement inondables).

¹⁸³ « Le terme d'adventice s'applique généralement à toute plante qui pousse là où sa présence est indésirable. C'est ainsi qu'une plante comestible et nutritive peut être une adventice redoutable dans une culture mais non dans une prairie » (D.R. Bailey, 1982).

¹⁸⁴ Elles sont d'origine africaine ou asiatique.

Il existe tout un cortège d'adventices, mais certaines sont potentiellement plus dangereuses pour le pâturage, car plus envahissantes, notamment : *Mimosa pudica*, *M. pigra*, *Spermacoce verticillata*, *Rolandra fruticosa*, *Sida* spp. *Solanum* spp. « Il s'agit d'espèces bien adaptées au milieu, à enracinement profond et puissant ; elles inversent - dès la première erreur technique - les termes de la compétition à leur profit » (Vivier et Coppry, 1984). Dès que ces adventices apparaissent, la dégradation de la prairie peut être très rapide. La remarque de “bon sens” vulgarisée, à l’époque du “Plan vert”, était de les éliminer au fur et à mesure dès leur apparition pour éviter qu’elles ne se propagent, mais « Aucune technique simple de lutte contre les adventices n'est efficace, bien souvent il faut en utiliser simultanément plusieurs » (Béreau et Planquette, 1991).

Pour tenter de contrôler les mauvaises herbes, il était indiqué qu’il fallait mettre en œuvre et appliquer plusieurs règles et techniques, de façon à ce qu’elles se conjuguent et soient complémentaires. Béreau et Planquette (1991) mentionnaient trois points :

- 1) un temps de repos devait être respecté après chaque passage des animaux,
- 2) un contrôle mécanique périodique devait être envisagé (aération du sol par passage annuel du cover-crop, élimination des refus par gyrobroyage ou par coupe manuelle),
- 3) en complément des deux autres recommandations, ils préconisaient de réaliser des traitements herbicides¹⁸⁵ avec des produits systémiques et sélectifs des graminées.

Concernant le cas particulier des cypéracées¹⁸⁶ (une dizaine d'espèces) abondantes dans toutes les zones d'élevage après quelques mois de pâturage, il avait été identifié un certain nombre d'éléments qui semblaient favoriser leur développement : hydromorphie, pH bas, tassement (Vivier et Coppry, 1984).

Toutefois, le constat le plus fréquent indiquait que des moyens de lutte restaient à mettre au point, moyens dans le sens de méthodes applicables, de véritables itinéraires techniques. « Il se pose un problème de pérennité lié à l'invasion des graminées par des adventices aux systèmes racinaires vigoureux, les plus représentées étant les *Carex* sp. Ce problème est très général à toutes les aires à horizons de surface sableux à sablo-argileux (2 à 20 % d'argile » (Cabidoche, 1984). Pour contrôler la prolifération des adventices, les recommandations des structures du recherche/développement préconisaient, dans les années 1980, des conseils assez généraux :

- 1_ modifier les méthodes de conduites notamment l'adéquation de la charge avec la production (Vivier et al., 1984),
- 2_ réaliser des aménagements fonciers, ex. drainage des parcelles (Favrot et al., 1987),
- 3_ implanter des espèces plus adaptées aux zones hydromorphes et plus compétitives¹⁸⁷ vis-à-vis des adventices (Béreau, 1995).

333. Mode d'exploitation des prairies

Le bétail reste sur le pâturage toute l’année, jour et nuit, quelles que soient les saisons. Dans la très grande majorité des élevages, les animaux ne sont pas gardés la nuit dans des bâtiments (corral) ou parcs spéciaux, exceptions faites de quelques exploitations qui utilisent le fumier pour une activité maraîchère ou légumière.

¹⁸⁵ Matières actives recommandées le piclorame et le 2,4-D (herbicides systémiques et sélectifs des graminées) le glyphosate (herbicide systémique non sélectif).

¹⁸⁶ Il n'existait pas dans les années 1980 d'herbicide spécifique contre ces adventices, pour les contrôler, il fallait soit se passer de la lutte chimique soit sacrifier les graminées fourragères.

¹⁸⁷ Notamment *Brachiaria humidicola* (plante agressive et supportant les zones hydromorphes), *Ischaemum indicum*, *Ischaemum timorense*, *Brachiaria mutica* cv Tanner... (espèces se développant correctement dans des zones temporairement inondables).

Dans les structures importantes, la conduite du cheptel à l'herbage s'effectue généralement par lot. Cet allotement se traduit dans certains élevages par la constitution d'une dizaine de troupeaux. Rares sont les élevages qui font du foin. En général, le peu de fauche pratiqué se fait principalement sur les prairies qui viennent d'être installées. En conséquence, les modes d'exploitation des prairies s'organisent en fonction : de la rotation, du chargement et de l'offre¹⁸⁸ fourragères (qui est fonction de la croissance des plantes fourragères, de leur taux de présence ou de couverture).

La rotation recommandée par les services techniques le "Plan vert" était la suivante :

- un rythme rapide de rotation, le séjour des animaux ne devait pas dépasser 8-9 jours (plus court en saison des pluies pour éviter les tassements),
- le temps de repos devait être compris entre 30 et 50 jours suivant la saison (plus long en saison sèche) (Vivier *et al.*, 1985 ; Béreau et Vivier, 1988 ; Ingrand *et al.*, 1995 ; Vivier *et al.*, 1995).

Ce rythme de rotation relativement rapide faisait toutefois l'objet de diverses remarques de la part de certains chercheurs de l'INRA, notamment sur le temps de repousse qui doit être suffisamment long pour bien permettre à la plante de se développer correctement sans puiser dans ses réserves et risquer à terme de disparaître¹⁸⁹. Dedieu *et al.* (1995) lors de leur enquête dans les élevages en 1986, notaient que 25 % des exploitations ne pratiquaient plus de rotation. Les raisons invoquées le plus fréquemment faisaient mention du problème de disponibilité en main-d'œuvre pour changer les troupeaux de parcelle et aussi des coûts d'infrastructures (clôture, multiplication des points d'abreuvement...) ¹⁹⁰... La tendance dans le milieu des années 1980, a été pour certains éleveurs d'agrandir la taille des parcelles et de pratiquer des temps de séjour plus long (Dedieu *et al.*, 1995). Dans la période 1995-1998, la majorité des élevages ne pratiquaient plus de rotation. Il s'agissait souvent des mêmes élevages qui ne fertilisent plus et n'amendent plus leurs prairies.

Le chargement constitue l'autre caractéristique essentielle du mode d'exploitation des prairies en pâturage. Au démarrage du "Plan vert" l'objectif était de produire 400 à 450 kg de gain de poids vif par ha (Vivier, 1984 ; Letenneur et Matheron, 1991). Pour atteindre ce niveau de production, les chargements auraient dû se situer entre 3,7 à 5 têtes.ha⁻¹ (Letenneur et Matheron, 1991), donc des chargements très élevés, comme cela avait été prévu dans l'étude préalable (en 1976) conduite par Arnaud *et al.* Les recommandations techniques se situaient aux alentours de 1 200 kg de poids vif.ha⁻¹. (Béreau et Vivier, 1988 ; Vivier *et al.*, 1995). Dans la pratique, en 1986, lors de l'étude menée par B.Dedieu *et al.* les chargements variaient de 500 à 1 500 kg.ha⁻¹. A la fin des années 1980, rares étaient les élevages qui connaissaient un problème de surface, alors que les problèmes de trésorerie et les difficultés à mobiliser des financements étaient fréquents dans

¹⁸⁸ L'adéquation charge x offre fourragère demande à l'éleveur une posture face à la pression à exercer sur les prairies.

¹⁸⁹ « Pour assurer une bonne repousse, il faut respecter "un indice de fauche" [ou de pâture], la hauteur de la coupe devant augmenter proportionnellement avec la taille de la plante. Ainsi, la coupe devrait intervenir au 3/10^e de la hauteur de la plante. » (Boudet, 1984). L'optimisation de l'exploitation des prairies était aussi discutée, car un rythme rapide nécessite des parcelles de petites tailles (d'où augmentation des coûts du pâturage en raison des clôtures) et une disponibilité en travail importante (pour déplacer régulièrement les troupeaux). Le compromis entre les coûts du système et la valeur du pâturage passait par des tailles de parcelles plus grandes et des rythmes de rotation plus longs. C'est la raison pour laquelle Barbier et Andrieux (1985b) indiquaient qu'« un temps de séjour suffisamment long permet d'assurer une valorisation intégrale du potentiel des parcelles. »

¹⁹⁰ Afin de répondre à ces difficultés pratiques, des travaux s'inspirant d'études menées en Europe et notamment en Angleterre, sur les pâturages libres intensifs (PIL) (Gillet *et al.*, 1979 ; Béranger, 1981), ont fait l'objet d'expérimentations en Guyane (Béreau *et al.*, 1992 ; Béreau, 1995). Les conclusions de ces essais indiquaient que compte tenu des forts niveaux en intrants que ce système nécessite, il n'était guère envisageable dans les exploitations, en raison notamment des problèmes importants de trésorerie que les éleveurs connaissaient. « Ce mode de conduite a permis une économie de main-d'œuvre salariée, une économie en clôtures et en systèmes d'abreuvement, ainsi qu'une simplification des épandages. Les animaux ont eu un comportement plus calme, et aucune fauche de refus (sauf traitement des sensibles) n'a été nécessaire. Le seul facteur limitant reste l'azote, car, comme pour le pâturage intensif libre en élevage laitier en zone tempérée, il faut augmenter l'apport annuel (290 unités par ha). De plus, la prévision d'une ressource fourragère pour toute la durée de la saison sèche est indispensable. » (Béreau, 1995).

les exploitations (Gachet et De Rouville, 1985). Le facteur limitant n'était plus du domaine de l'espace, il était économique. En conséquence, pour les pâturages, les nouveaux objectifs étaient d'avoir des : i) prairies qui se maintiennent en bon état afin d'éviter les coûteuses réimplantations tous les 3-4 ans, ii) pâturages capables de produire moyennement avec un minimum d'intrants (Letenneur et Matheron, 1991).

En 1998, le chargement moyen se situe, au SEBOG, aux environs de 700-800 kg de poids vif par ha par an, ce qui ne pose pas de problème pour l'alimentation du bétail, sauf les années ayant une saison sèche très marquée¹⁹¹. Les techniciens du SEBOG et du Cirad-Emvt relevaient d'ailleurs, au cours des années 1997 à 2000, des chargements plus modérés en saison sèche qu'en saison des pluies. En revanche la durée des passages dans certains élevages est plus rapide en saison des pluies qu'en saison sèche, car la végétation se souille et le sol se tasse plus rapidement en saison humide¹⁹².

Pour le chargement instantané, il n'existait pas à l'époque du "Plan vert" de recommandations formelles, mais la tendance s'orientait plutôt vers une pression¹⁹³ assez forte, de l'ordre de 7.500 kg de poids vif par ha (Béreau et Vivier, 1988). Le choix d'une pression élevée correspondait à ce qui était conseillé en France métropolitaine sur prairie artificielle : « *Pour faire consommer l'herbe produite, il faut que la pression soit élevée.* » (Béranger et al., 1974). Une forte charge instantanée entraîne certes une faible sélectivité du troupeau donc une meilleure utilisation, mais en mauvaises conditions (notamment en saison des pluies), les risques de piétinement et de dégradation sont accrus (Quedraogo, 1992). Cette remarque peut expliquer en partie la faible pression apparente actuellement pratiquée sur les prairies en Guyane.

34. Des pratiques suivant les types d'élevage post "Plan Vert"

En 1995, une typologie des élevages avait été réalisée par le SEBOG et Cirad-EMVT (Huguenin et al., 1996). Elle a été principalement analysée suivant la logique de production de l'éleveur, la réalité des productions, les moyens de productions et pratiques mises en œuvre. Des informations complémentaires ont aussi été apportées sur les raisons de la mise en œuvre ou du rejet de certaines techniques ou modalité de conduite des élevages. Nous avons essayé d'établir quelles étaient les pratiques les plus employées suivant les types d'élevages.

341. Type 1 : Stratégie d'élevage basée sur l'épargne et l'occupation foncière

Principaux aspects des éleveurs dont l'objectif n'est pas la productivité mais plutôt d'ordre socio-économique :

- ✓ L'utilisation de la clôture était la seule pratique observable, issue des modèles techniques du "Plan vert", pratique qui semblait être passée dans « un fonds culturel commun » (Darré, 1990) au sein de l'ensemble des éleveurs guyanais.
- ✓ Il subsiste quelques animaux au piquet le long des routes où se concentre du *Panicum maximum*. Ils appartiennent presque tous à des éleveurs de ce type d'éleveur du maintien patrimonial du cheptel, mais pas productiviste. Les "fonctions" culturelles et éducationnelles peuvent faire l'objet d'hypothèses intéressantes car ces éleveurs sont souvent d'origines antillaises. Les éleveurs ayant recours au piquet n'ont pas forcément tous leurs animaux attachés. Le reste du cheptel se trouve souvent dans un parcellaire clôturé dont les portes internes sont ouvertes. Ce marquage géographique

¹⁹¹ « La production végétale est mal répartie au cours des saisons. Cela va se traduire par des quantités proposées irrégulières... [il faut donc] suggérer un chargement variable au cours de l'année » (Vivier et Béreau, 1984).

¹⁹² Remarque qui avait été formulée à l'époque du "Plan vert" par Barbier et Andrieux (1985a).

¹⁹³ Le chargement instantané (poids vif sur la surface de la parcelle pâturée) traduit la pression animale au moment du pâturage et n'inclut pas la durée (Quedraogo, 1992 ; Lhoste et al., 1993).

s'inscrit dans une logique juridique foncière (héritée de la période coloniale, qui permet d'être propriétaire d'un terrain mis en valeur).

- ✓ La végétation fourragère des pâtures des terrains clôturés était surtout de la végétation spontanée. Seules quelques parcelles ont fait l'objet d'implantation monospécifique.
- ✓ La plupart de ces éleveurs n'ont pas eu accès aux incitations du programme de développement "Plan vert". Rares sont les cas où les logiques de cultures fourragères ont été adoptées.
- ✓ Le maintien de la végétation fourragère implantée dans des parcelles de ces élevages a constitué un exemple de dissonance entre deux cultures techniques : celles provenant des pratiques basées sur les feux et la gestion de l'attache au piquet (qui demande une réelle technicité : Archimède et Boval, 2002) et celle d'une agriculture technique cultivant de l'herbe pour les animaux.
- ✓ Certaines pratiques pour l'herbage nécessitent des intrants¹⁹⁴ le plus souvent importés. Cette dépendance à des intrants demande à prévoir la commande (avec son groupement de producteurs ou des commerçants) et surtout avoir de la trésorerie (ou la trouver : groupement, commerçant, organisme de crédit, cela suppose que l'éleveur corresponde aux critères d'éligibilités des organismes de crédits). Ainsi l'herbe cultivée paraît d'autant plus coûteuse à ces éleveurs.
- ✓ Les animaux de ces élevages consomment des espèces fourragères introduites quand ils sont affouragés en herbe fauchée aux bords des pistes et quand ils sont aux piquets le long des "zones de pâtures de l'équipement " fauchée régulièrement par la DDE. Fauche régulière qui favorise notamment une espèce comme *Panicum maximum*. Le même constat est fait par Toutain en 1985 en Nouvelle-Calédonie.
- ✓ Compte tenu des faibles productivités de ces parcours clôturés, les éleveurs n'arrivent pas à gérer le maintien des animaux dans des faibles espaces et ne souhaitent pas recourir à des allotements très fragmentés (ce sont des schémas de fonctionnement trop complexes pour les enjeux de ces éleveurs, qui, de plus ne disposent souvent pas d'appui en main-d'œuvre pour changer régulièrement les animaux de parcelles).
- ✓ Les allotements et les rotations sont donc soit absents de ces élevages soit très simplifiés. Quelques éleveurs trouvent des compromis dans des schémas simplifiés comme celui de l'allotement en deux lots, ce qui permet notamment de pouvoir choisir les mâles destinés à la reproduction et d'une façon générale de séparer tous les autres mâles en âge de reproduire. Ainsi les éleveurs qui pratiquent cette conduite simplifiée peuvent même éviter les vèlages aux périodes de très fortes pluviométries (avril à juin).
- ✓ En matière d'exploitation des surfaces, la plupart de ces éleveurs ne pratiquent pas de rotation et maintiennent donc une pâture continue ; Pâture dont la charge à l'ha peut paraître très faible mais qui au disponible fourrager en place s'avère en pression forte.
- ✓ Le concept de charge sur le plan social pouvait perdre toute pertinence notamment quand les chargements correspondent le plus souvent à une logique d'occupation maximum de l'espace ce qui se traduisait par un sous pâturage chronique (dû à des logiques foncières qui sont expliquées précédemment¹⁹⁵).
- ✓ Des schémas alternatifs simplifiés sont toutefois notés. Certains éleveurs pratiquent des rotations dites "alternées". A l'extrémité de ce schéma cela peut induire une conduite avec un seul lot qui passe alternativement d'un îlot (Jossien, Dedieu *et al.* 1994) ou parcelle à l'autre.
- ✓ En croisant déjà les schémas simplifiés des rotations et des allotements, le cortège de combinaisons rencontrées est important. Il évolue aussi en fonction de la saison : en période trop pluvieuse, certaines parcelles peuvent se révéler dangereuses, les choix en terme de répartition des vèlages induisent des remaniements d'allotement et souvent donc de rotations. Les parcelles sans points d'eau en saison sèche (juillet / août – novembre / décembre) doivent être retirées ou associées avec une autre parcelle où l'abreuvement est possible.

¹⁹⁴ Amendement, fertilisation, désherbage chimique, élimination des refus...

¹⁹⁵ il en est de même avec les espacements trop importants techniquement, dans les plantations de cacaoyers en Afrique, communications personnelles : Leplaideur, 1987, Alary, 2001).

342. Type 2 : Elevages en cours de désintensification après le "Plan Vert"

Les élevages qui s'inscrivent dans ce processus ont pu bénéficier du programme de développement "Plan vert", mais ils ont été très ébranlés par le brusque démantèlement du programme de développement et la crise du secteur bovin viande qui en a suivi (Letenneur & Matheron, 1991). Les pratiques et modes de gestion s'apparentaient au système d'élevage précédent, avec toutefois quelques habitudes qui persistaient notamment en matière de rotation (le plus souvent aléatoire) :

- ✓ Les principaux réflexes de ces élevages avec la crise du secteur bovin, ont été d'arrêter les dépenses, notamment en matière d'intrants pour l'entretien des pâturages. Les pratiques nouvelles en matière d'allotement, de rotation perdent leurs sens. Il n'y avait plus de techniciens pour présenter les risques encourus en cas de changements brutaux en matière de gestion des pâtures.
- ✓ Les pâtures en pâturages libres ont induit des changements irréversibles de la végétation (sauf par réimplantation) en 24 mois.
- ✓ En 1999, des éleveurs de cette catégorie tentaient de reprendre en main leur élevage en entretenant les parcours par l'élimination des végétations non appréciées (parfois en réinstallant des prairies) et en reprenant des schémas d'exploitation des ressources fourragères en combinant des schémas simples en rotation et allotement (Huguenin, Serena *et al.* 2001). La majorité de ces éleveurs a poursuivi leur logique de retrait vis-à-vis de l'activité d'élevage. Ces choix participent tout de même à la naissance d'une culture locale de l'élevage avec ses différentes phases et appréciations.
- ✓ Pour l'observateur extérieur, ces parcours fournissent de très intéressants éléments d'appréciation sur la viabilité et surtout le potentiel pérennité de ces élevages de bétail en zone herbagère équatoriale.
- ✓ Ces éleveurs par leurs connaissances *in situ* lors du rodage du système d'élevage exotique, présentent de réelles aptitudes pour travailler sur d'autres schémas (modèles alternatifs) et pratiques basés sur la durée et l'incrustation socioculturelle des élevages dans le paysage rural guyanais. Leur expérience permet de saisir les points de fragilité des systèmes qui ont été installés. Au cours de l'année 2000, des éleveurs de cette catégorie ont tenté de relancer l'élevage du bétail (après une décennie de profond "écœurement" pour cette activité !).

343. Type 3 : Les élevages installés récemment après le "Plan Vert"

La majorité des élevages de cette catégorie appartiennent à des éleveurs guyanais (nés en Guyane et de familles installées dans la région). Tous sont des pluriactifs. L'élevage est autofinancé à partir de revenu acquis par la famille, par des activités passées ou présentes. Les prêts du crédit agricole à des taux spécifiques ont été supprimés à la fin de la phase active du "Plan vert" : depuis 1999, ces crédits sont à nouveau disponibles en théorie. Leurs caractéristiques peuvent se décliner ainsi :

- ✓ Les modes de gestion sont très liés : i) aux possibilités financières et de trésorerie de ces éleveurs, ii) à la distance du foncier obtenu avec l'habitation principale.
- ✓ Les pratiques qui n'avaient pas d'incidence financière directe comme la rotation étaient le plus souvent appliquées ; les variations enregistrées dépendaient de la distance habitation - exploitation.
- ✓ L'entretien des prairies, comme le désherbage avec herbicides, la fertilisation était pratiqué suivant les disponibilités financières, la disponibilité de certains intrants en Guyane et la capacité d'avoir de la main-d'oeuvre pour des travaux importants de façon conjoncturelle (arracher des subligneux par exemple).

Le temps de travail pour les pratiques courantes, pour ce type d'élevage, n'est pas un facteur limitant. L'élevage pour ces éleveurs constitue une raison d'être, cette activité a un sens qui dépasse le facteur rentabilité de leur effort. Cet engagement résulte de choix très volontaristes. Le niveau d'enjeux est souvent très clairement perçu : les enjeux sont d'une part déjà sociale et surtout financier d'autant que les crédits bancaires sont très difficiles à obtenir dans le secteur agricole¹⁹⁶.

344. Type 4 : Les élevages qui ont pour fonction principale la production

Le rapprochement des élevages dans ce groupe s'était effectué davantage sur la similitude des tailles de leur structure et leur vocation à produire, qu'à partir d'éventuelles similitudes de pratiques et modes de conduite des pâturages. Nous y avons aussi retrouvé des similitudes fonctionnelles, comme les grands principes de base en matières de techniques d'élevage en ranching : amendement - fertilisation, désherbage (chimique, mécanique, manuelle), rotation et allotement – variation des charges. C'est dans les formes des mises en pratique qu'il existe des différences. Les différences intra exploitations existent aussi, mais chaque exploitation a néanmoins un "style" de pratiques, des tendances dominantes.

Remarque : Un des critères révélateurs est celui des charges instantanées.

La lecture des parcellaires permet de lire les modalités de rotation potentielle, faut-il encore disposer des modalités d'ouverture des barrières qui peuvent mettre à l'éleveur de "jongler" sur le niveau chargement pour garder des pressions jugées satisfaisantes.

L'allotement se présente en deux grandes tendances pour les jeunes bêtes :

- i) les jeunes sevrés sont menés en lot, chaque lot restera composé des mêmes bêtes du sevrage à l'abattoir ou à la reproduction ;
- ii) les jeunes à partir du sevrage rentrent suivant leur croissance dans les lots déjà constitués. Ces lots fournissent des animaux pour des lots composés de bêtes de taille supérieure, ainsi de suite jusqu'à l'abattoir ou la préparation pour la reproduction.

Entre ces deux tendances les éleveurs peuvent composer des configurations mixtes, mais c'est assez rare.

Ces choix techniques présentent des souplesses et rigidités différentes. Les règles de choix dépendent souvent des perceptions zootechniques et agronomiques des éleveurs. Les conséquences sur les prairies portent sur les niveaux de charges et de pression ainsi que sur les possibilités d'ajustement (ce point est repris dans le cœur de ce document).

L'allotement des mères présente de grandes tendances fortement démarquées :

- i) Les vaches ne quittent jamais leur lot d'appartenance,
- ii) Les lots de mères restent identiques, sauf au moment du vêlage et au début de l'allaitement où les vaches quittent leur lot de rattachement pendant deux mois pour le lot dit souvent de "maternité".
- iii) Trois types de lots de vaches existent : lot maternité, lot d'allaitement jusqu'au sevrage des veaux, lot de vaches sans veaux jusqu'au vêlage.

Les combinaisons en terme d'allotement ont des incidences sur le parcellaire, les aménagements pour l'adduction en eau, les points en eau spontanés, les pistes, la place des corrals...

¹⁹⁶ Les nombreuses faillites engendrées par l'arrêt brutal du "Plan vert" ont induit une très mauvaise image auprès du secteur bancaire. En 1996 aucune banque n'assurait des crédits agricoles comme ceux pratiqués en métropole.

La rotation est systématique, mais là aussi avec de fortes variantes de modalités :

La variabilité intra exploitation est courante. Nous avons toutefois pu identifier, par les suivis, des tendances lourdes :

- i) par lot sont attribuées 4 à 5 parcelles, d'où des rotations rapides et des pressions élevées,
- ii) par lot sont attribuées 3 parcelles avec des parcelles "annexables" à l'îlot en cas de nécessité (parcelle de l'îlot devenue trop boueuse en saison des pluies intenses ou parcelle trop sèche en saison à très faible pluviométrie),
- iii) rotation en parcelle transitoire en jouant sur l'ouverture des barrières, modèle à géométrie variable, pour faciliter le changement d'alimentation, pour accéder à un point d'eau en saison sèche...
- iv) rotation lente pour laquelle deux parcelles sont attribuées et éventuellement une 3^{ème} annexable en cas de besoin.

Ces modalités adoptées en matière de rotation sont choisies notamment en fonction de ce qui est attendu sur le plan alimentaire pour les bêtes (suivant leurs catégories, notion d'animal pilote pour l'institut d'élevage). Les éleveurs effectuent aussi leurs choix en fonction de l'état de la végétation : son âge de repousse, sa structure (hérissée, écrasée), sa densité au sol..., le cortège floristique, la couverture en adventices.

La rotation est un instrument pour "tailler" la structure de la végétation prairiale, certains éleveurs en tiennent compte pour préparer la végétation fourragère à chaque passage de pâture.

Les chargements varient considérablement ($500 \text{ kg de poids vif.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ à $1\,200 \text{ kg de poids vif.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$), déjà en interne à l'élevage, encore plus entre élevages. Les niveaux de charges en bétail, dépendent fortement des types de sols (notamment entre ceux issus de savanes podzoliques ou ceux issus de déforestation).

Les saisons constituent un des paramètres essentiels pouvant expliquer la variation du chargement animal. L'effet saison s'avère aussi extrêmement amplifié suivant l'espèce fourragère en place. Au-delà de ces paramètres et facteurs biophysiques, l'amplitude des variations de niveaux, de modalités, d'itinéraires de chargement, s'explique par des choix organisationnels de l'éleveur et ses pratiques.

Les principales pratiques qui se détachent clairement en matière de chargement sont :

- i) des chargements élevés souvent pour des raisons de manque de foncier en rapport aux quantités d'animaux.
- ii) des chargements très hétérogènes dans l'exploitation, hors aspect biophysique.
- iii) des chargements entre $700 \text{ kg de poids vif.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ à $1\,000 \text{ kg de poids vif.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$, suivant l'état de la végétation (pression animale ajustée),
- iv) des chargements faibles par manque d'animaux.

Les chargements instantanés présentent des variations importantes dont la prise en compte se révèle souvent pertinente pour saisir l'organisation des élevages :

- i) chargements instantanés très élevés, jusqu'à $20\,250 \text{ kg de poids vif.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ (45 têtes de 450 kg à l'ha). Les animaux restent une journée à une journée et demi sur la parcelle. Ce type de chargement était notamment pratiqué par un ancien éleveur laitier. C'est par le repérage du niveau de son tank à lait qu'il a pu maîtriser ce pilotage délicat.

- ii) chargements instantanés très variables en raison d'ouverture de barrière, d'ajout ou de retrait d'animaux.
- iii) chargements instantanés moyens à faibles mais stables (2 000 – 4 000 kg de poids vif.ha⁻¹.an⁻¹)
- iv) chargements faibles souvent enregistrés dans des conduites en pseudo-pâturage permanent.

Dans cette étude, nous avons été amenés à approfondir ces aspects de modalités de chargement de façon générale pour toute l'année avec des enregistrements périodiques fréquents ou continus. Les paramètres les plus discriminants entre les pratiques d'élevage en matière de pâture proviennent des variations de charges instantanées croisées aux durées de passages (des animaux) ou repos des prairies (repousses).

Des discussions avec D. Mijda (IRD Brésil), O. Topall (UFPA Brésil), confirment notre appréciation sur ces paramètres qui présentent des éléments intéressants pour comprendre les mécanismes complexes de régulation de la strate herbacée par les herbivores. Les principales caractéristiques qui "inclinent" les tendances entre élevages à partir des modes de pâtures sont :

- ➔ pâturage quasi permanent avec variation de charge,
- ➔ charge stable (haute ou basse) et rotation ayant un rythme régulier (rapide ou lent),
- ➔ long temps de repousses (de repos des prairies et charge instantanée très élevée),
- ➔ faible temps de repousses et chargement élevé,
- ➔ temps de repousses longs et charges faibles à moyennes,
- ➔ irrégularité permanente en charge et/ou passage – durée de repousses.

Les principales combinaisons rencontrées en matière de pâture sont déclinées ci-dessus comme des repères pour l'observateur. Elles sont en réalité plus nombreuses et complexes. Déjà par les situations intra-exploitation et les phénomènes saisonniers.

D'autres critères doivent aussi être pris en compte pour lire la discrimination par les modes de pâture, à commencer par :

- les disponibilités foncières,
- les caractéristiques du terrain : géomorphologie,
- la géographie du parcellaire : pistes, répartition des points d'abreuvement, situations des corrals, type de clôture et fréquence des portails,...
- la gamme fourragère dans les prairies en place dans les élevages était toutefois plus large que dans les autres groupes, supérieure à 4 espèces en général, mais les associations graminées – légumineuses et / ou les mélanges (graminées - graminées et légumineuses – légumineuses) restaient exceptionnels.

La pâture indique des éléments sur les choix, les logiques d'organisation de l'éleveur, l'aptitude à nourrir le bétail aujourd'hui et par le façonnage de la pâture, l'aptitude à nourrir le cheptel demain.

En matière de fertilisation, d'amendement et de désherbage chimique les combinaisons et les niveaux d'interventions étaient très personnalisés.

Les choix techniques se révèlent très marqués par un positionnement social (Darré, 1997).

Comment se distinguer dans le réseau professionnel en achetant un type d'intrant ? Idem en matière de replantation... D'où l'extrême importance de croiser le discours et le factuel. Par les informations croisées, la carte des alliances, connivences a pu faire l'objet d'une esquisse sommaire. Dans de nombreux fronts pionniers ce sont même des cartes en "relief", car les bases techniques n'y sont pas encore figées (Théry, 1997 Lericollais, 1999 ; Topall, 2001 ; Hostiou, 2003 ; Pocard-Chapuis, 2004).

Exemple de l'évolution de pratiques (grâce aux réseaux sociaux) dans le temps avec le cas du désherbage chimique :

En 1994-1995 le désherbage était principalement géré par le rotobroyage. Quelques éleveurs utilisaient des désherbants.

En 2000, tous les éleveurs avaient pour discours le souhait d'utiliser le désherbage chimique. La plupart jonglaient avec les deux types majeurs de désherbage : le mécanique et le chimique. Seulement deux éleveurs ne faisaient que du traitement herbicide (avec des produits à base de picloram) ; d'où une remarquable combinaison entre les pratiques pour marquer son positionnement social et les pratiques pour tout de même tender de résoudre des problèmes biotechniques. Par cette analyse nous pouvions donc encore plus facilement "tirer le trait" entre les éleveurs.

35. Caractéristiques génériques et repères pour la conduite des prairies

Les éleveurs de Guyane sont d'origines très diverses géographiquement, culturellement, socialement. Ils sont de plus arrivés à des périodes différentes dans la région. Les périodes d'arrivée des actuels éleveurs correspondent le plus souvent à des projets d'interventions de l'Etat Français en Guyane pour la Guyane, par exemple :

- dynamique du lycée agricole dans les années 1960,
- projet d'installation de martiniquais et de réunionnais, dans les années 1960,
- "Plan Vert" et installation de familles H'mong, années 1970-1980,
- développement de la riziculture inondée et pluviale, années 1980-1990,
- programme de développement durable de l'agriculture¹⁹⁷ (41 millions € sur 5 ans) dans les années 2000.

La plupart sont venus lorsque le "Plan vert" était actif¹⁹⁸ en Guyane. Les installations se sont faites par vagues, dont les principales sont les suivantes :

- 1976-1977, une première grande vague ne concernant que des personnes venues de France métropolitaine,
- 1978-1980, une deuxième grande vague concernant principalement des guyanais ou des résidents de longue date en Guyane,
- 1984, vague mixte induite pour tirer le plan qui connaissait des difficultés d'envol.

La majorité des personnes retenues par ce "Plan vert", pour devenir éleveurs en Guyane, n'étaient pas issues du milieu agricole et rares étaient ceux qui avaient suivi une école ou un centre de formation agricole ! De cette situation naissait une très forte complexité dans l'attente des personnes et de leur perception de leur environnement et des techniques de gestion en agriculture - élevage. A titre d'exemple : les éleveurs de culture antillaise portaient sur l'élevage un sens qui aide à la structuration de leur façon de vivre, notamment comme une

¹⁹⁷ Guyane : Plan de rattrapage agricole de 41 millions d'euros, les échos du 13 décembre 2002.

<http://www.guyane.pref.gouv.fr/presse/discours/ppda.html>

<http://www.cr-guyane.fr/region.php?P=25&M=140>

¹⁹⁸ En réalité le plan a commencé à Paris en 1974 et surtout il a été clôturé très tardivement, juillet 1999 (par arrêté ministériel co-signé par celui de l'Outre-Mer et celui de l'Agriculture, etc., en raison des nombreux litiges entre l'Etat, les éleveurs et les organismes financiers.

"bio - horloge" au sens animal domestique : attacher (ou déplacer) les animaux aux piquets, l'affouragement en vert et l'apport d'eau (Bonneval, Com. perso.). Les perceptions de l'environnement, la lecture du parcellaire, de sa topographie, s'inscrivent dans des cadres éducationnels très différents suivant l'origine socioculturelle de tous ces éleveurs. Il en est de même concernant le cycle des végétations, des aptitudes des animaux, etc.

Des organismes de développement ont adopté une posture de travail au cas par cas face à cet "enchevêtrement" de demandes basées sur des ressentis et acquis socioculturels si variés. Pour nos études et échanges avec les professionnels nous avons plutôt commencé par recentrer nos approches sur le biologique et le biophysique. Cette démarche plus scientifique a été partagée avec les éleveurs afin de construire et partager des repères communs. C'est ainsi que les situations des élevages très complexes et variées ont pu être prises en compte pour travailler sur la transition des pratiques. Avec les travaux attendus sur des moyens de gérer les problèmes de dynamiques herbacées, potentiellement développables en Guyane, les éleveurs attendaient aussi des supports de réflexions et d'échanges entre eux compatibles avec leurs connaissances techniques.

351. Règles communes de la conduite d'élevage

La conduite des prairies présente des aspects génériques qui sont à présent claires :

- 1 / l'enclosement extérieur,
- 2 / la compartimentation en parcelle du domaine pâturage ou fourrager,
- 3 / la conduite en lot du troupeau : l'allotement,
- 4 / la rotation.

Aspects en tant que points techniques pris comme références, c'est-à-dire qu'ils sont à présent dans le domaine du fonds culturel commun technique en matière d'élevage. Pour autant tous ces points ne sont pas appliqués. Les points 1 et 2 le sont par l'aspect physique des clôtures qui sont présentes. Dans la pratique, seul le point 1 est réellement observé par tous : tous les élevages fonctionnent en systèmes territoriaux fermés (quelques cas particuliers ont des pratiques ponctuelles qui divergent...). Le maillage interne s'il existe réellement apparaît fréquemment non utilisé, car les portes des parcelles sont laissées ouvertes afin de laisser les animaux divaguer dans une enceinte fermée pour des raisons variées :

- les points d'eau ne sont pas répartis régulièrement sur l'ensemble du parcellaire ce qui induit des perturbations surtout en saison sèche (août - décembre),
- des zones d'envasement peuvent condamner temporairement des parcelles,
- un manque de personnel pour mener les rotations...

Rares sont les élevages qui utilisent toute l'année des allotements et le cloisonnement interne pour mener des rotations continues. Entre les élevages qui pratiquent le pâturage libre permanent et ceux qui pratiquent la rotation régulière par îlots de pâturage (auxquels sont affectés des lots spécifiques), il existe un large cortège de situations. Même dans les élevages qui pratiquent presque toute l'année des rotations de pâture, nous avons enregistré des modalités de pilotage très personnalisées par les référents techniques que les éleveurs ont pu se construire. Les services d'encadrement, de développement et de recherche, n'avaient pas pu atteindre un seuil de connaissance du milieu suffisant pour asseoir quelques bases fondamentales en matière de pâturages comme pour d'autres domaines techniques (bâtiment d'élevage, santé animale, contrôle de performance). Les éleveurs comme les services d'accompagnement se trouvaient (pour simplifier) à adopter une logique "d'auberge espagnole".

352. Le fond technique culturel sur l'élevage du bétail en construction en Guyane (1976-1995)

Il contenait des "briques" difficiles à assembler sans réel cadre de références.

Exemple de la diversité des éléments apportés :

- 1 éléments techniques, de pratiques / savoir-faire des quatre coins du monde (Métropole, Ile de la Réunion, Antilles françaises, diverses zones de Guyane, Brésil, Haïti, Surinam, Pays-Bas, Syrie...),
- 2 perceptions spécifiques à de très nombreux métiers : Maçon, Commercial en charpente métallique, surveillant d'école, Ingénieur ou technicien agricole, étudiant, auxiliaire de puériculture...
- 3 objectifs et sens donnés à leur système d'élevage :
 - ⇒ repères culturels,
 - ⇒ obligation de profit,
 - ⇒ captation de foncier,
 - ⇒ objet de rente grâce aux financements nationaux et européens et astuces fiscales¹⁹⁹,
 - ⇒ intégration et reconnaissance dans un secteur (et filière) socio-économique,

Cette extrême diversité issue du facteur humain était aussi amplifiée par l'assez profonde méconnaissance des mécanismes dynamiques et fonctionnels²⁰⁰ des écosystèmes locaux, nous avons donc une situation particulièrement pertinente à étudier en matière de complexité.

Une traduction de la demande des éleveurs et des services du développement, qui était d'une complexité confuse, a été réalisée lors de concertations et de médiations collectives. Des questionnements en ont été issus grâce à un travail mené avec recul réunissant plusieurs partenaires. Ce collectif était composé :

- i) d'éleveurs représentants d'un syndicat / Groupement de producteurs reconnu par arrêtés ministériels (Outre-Mer et Agriculture, novembre 1993), le SEBOG : Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane,
- ii) d'éleveurs représentants du Syndicat des Producteurs Laitiers de Guyane (SPLG),
- iii) des agents du Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane (CGERG), responsables de la comptabilité et des orientations économique du Syndicat SEBOG,
- iv) d'agents du Cirad-Emvt chargés de structurer les services d'appui aux éleveurs, de proposer des priorités d'études intégrées à des actions menées *in situ* (cf. conventions SEBOG – Cirad-Emvt de 1994 à 2000), de mener des analyses continues sur l'incidence des actions et pratiques de l'élevage au groupement en concertation avec le directeur du CGERG,
- v) indirectement d'élus locaux (Conseil Général, Conseil Régional, Chambre consulaire, notamment d'agriculture) qui étaient des éleveurs impliqués dans les structures de producteurs.

¹⁹⁹ à l'époque : ICHN, PSBM, PMTVA, prime à l'herbe, crédits FIDOM, soutien sectoriel ODEADOM, primes du Conseil Régional, défiscalisation...

²⁰⁰ de très intéressants travaux avaient été réalisés sur les milieux, notamment sur les savanes [à commencer par les travaux du BAFOG dans les années 1960 et du Dr. J. Hoock : Les savanes guyanaises : Kourou – Essai de phytoécologie numérique -Orstom], des travaux de caractérisation et même d'évolution avaient été conduits. Toutefois, pour simplifier, il s'agissait à cette époque de faire des cartes potentielles et de caractérisations à des temps spécifiques. Les approches diachroniques (initiées en Guyane par Vivier), dynamique, fonctionnelles, tenant compte de l'incidence des perturbations et de la résilience des milieux, n'avaient pas encore pu faire l'objet de cadres théoriques efficaces.

353. L'attente des éleveurs pour gérer leur prairie

Sur au moins un plan, tous les éleveurs étaient unanimes : comment conduire des élevages sur le mode "ranching" ou "mini – ranching" sans être obligé de maintenir des niveaux d'intrants et d'investissements aussi élevés ?

Le modèle ranching avec ses clôtures et son corral devenait une référence locale. Les logiques de parcours & pâturages en zone fermée étaient devenues "la normalité". La clôture avait donc réussi à "montrer" ses avantages, mais le mode d'emploi sur les modalités de gestion des blocs de parcelles dans le parcellaire suivant un cortège de lots selon les saisons était compris (perçus) de façons extrêmement diverses ! En matière d'intrants, il y a eu des innovations dès le déclin du "plan vert" :

- ⇒ utilisation d'herbicides suivant de nouveaux itinéraires techniques ;
- ⇒ implantations de nouvelles espèces fourragères ;
- ⇒ mise en place de prairies en association spécifique ;
- ⇒ baisse voire même arrêt de la fertilisation.

Suite au départ des structures d'appuis et surtout de financements (1984-1988), des éleveurs avaient atteints un certain "pallier" en matière de contrôle et de gestion de cet "agrosystème d'élevage herbager équatorial". Mais les outils de contrôle (basés sur l'intensification en intrants), ont vite montré leurs limites dans un environnement de chute considérable des prix de la viande bovine, d'absence complète d'organisme de crédit.

Les éleveurs ne souhaitaient pas revenir à la gestion aux piquets ou à la divagation. Le modèle "parcellaire – allotement – rotation" s'avérait comme un réel objet de travail de tous les professionnels du secteur. L'enjeu était "d'ouvrir" "un menu" plus large en matière de pratiques sur la conduite de ces exploitations d'élevage avec notamment des alternatives moins exigeants en intrant et d'une façon générale plus extensive. Ce travail a été initié par des éleveurs innovants (Röling, 1999), puis par l'ODEADOM, qui a missionné plusieurs semaines Messieurs Letenneur et Matheron en 1991 pour faire l'état sectoriel de l'élevage bovin en Guyane.

Les divers changements de gestion et de conduite ont tous eu comme réponse des "flambées" d'adventices très agressives dans les prairies ; d'où une diminution catastrophique du disponible alimentaire du bétail aggravé par le faible disponible en sous-produits agro-industriels dans le département. L'écologie nous indique que les perturbations peuvent être les causes de ces envahissements. Une prairie est un paysage qui se maintient par l'équilibre de forces ; en Guyane il est impossible de considérer les prairies comme des formes de climax. La prairie de Guyane est d'abord un agrosystème (système complètement anthropisé à l'origine, à sa création) qui, suivant les conjonctures et les pratiques, peut trouver des dynamiques extérieures à l'activité directe de l'homme et des formes d'états de résiliences renforcés peuvent apparaître. L'état des herbages installés était le souci prioritaire des éleveurs (SEBOG, 1993), leurs principales attentes portaient sur :

- 1 l'élimination des adventices ;
- 2 la préservation de la strate herbacée appréciée ;
- 3 la diminution d'apports en intrants (manque de trésorerie) ;
- 4 la réduction des rotations (car cela induit un budget temps important) ;
- 5 le lissage des niveaux de productivité entre les saisons.

Les réponses techniques en 1995 touchaient aux sujets suivants :

- quel intérêt du rotobroyage par rapport au désherbage chimique ?
- ne faut-il pas favoriser les engrais de fonds (ou des amendements) plutôt que l'azote ?
- les analyses de sols peuvent-elles être utiles ?
- faut-il avoir recours à d'autres espèces fourragères ?

A chacune de ces questions se déclinaient des réflexions en matière d'itinéraires techniques induits, que nous avons raisonné suivant les grandes catégories d'éleveurs et surtout leur fonctionnement.

C'est à partir des différents types d'élevages guyanais décrits en 1995 (Dedieu et *al.*) et en 1996 (Huguenin et *al.*), que nous avons pu identifier quatre grands types de fonctionnement de modalités et de pratiques des éleveurs bovins (au sein du SEBOG) en prenant en compte leur trajectoire historique, leurs pratiques et la principale fonction de leur élevage.

3531. Fonction et pratiques des élevages oubliés du "Plan vert"

Les élevages n'ayant pas pour fonction principale la production, mais plutôt des fonctions culturelles, foncières, n'étaient pas ou peu pris en compte par le "Plan Vert". Pourtant leurs éleveurs sont souvent en attente de reconnaissances. Gachet en 1989 indiquait que l'attente de ces éleveurs commence par la reconnaissance sociale qui leur avait été refusée lors du programme de développement "Plan vert", raison pour laquelle L. Letenneur et G. Matheron, puis J-F. Tourrand, ont fortement contribué à axer un effort particulier sur ce point. Avec la volonté du Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane (SCEBOG), cet axe a été pris comme prioritaire. Le nombre d'adhérents a connu une augmentation très forte d'adhérents lors des premières années 1993-1996 (Huguenin, Lhoste et *al.* 1996).

Ces éleveurs ont pu s'inscrire dans une structure sociale et professionnelle. Cette "captation" des "oubliés" était aussi encouragée par l'Office de Développement Economique Agricole des Départements d'Outre-Mer (ODEADOM). Cet Office a reconnu ce mouvement socio-économique d'éleveurs bovins toutes catégories qui a pu se concrétiser à travers le SEBOG. L'ODEADOM suite à l'agrément de ce syndicat comme groupement de producteurs, a su jouer pleinement son rôle en étant, à cette époque, son support financier. Par la suite, ces éleveurs ont souhaité modifier leurs pratiques. L'analyse des attentes donne comme hypothèses qu'ils souhaitaient obtenir aussi une reconnaissance technique souvent induite par le différentiel entre leurs pratiques et ce qui est véhiculé par le "fond culturel technique" en matière d'élevage qui s'est construit dans l'inconscient collectif des réseaux professionnels locaux.

Ce "fond culturel technique" s'avère surtout marqué par des repères introduits par une agronomie intensive productiviste inventée hors de Guyane. Ces repères ont évolué en fonction des expériences et des résultats originaux issus de quelques élevages qui tentaient des alternatives en ayant recours à d'autres principes et pratiques.

Ces éleveurs longtemps considérés de seconde zone, voulaient pouvoir choisir et voir comment trouver par eux-mêmes des alternatives. Ils n'avaient que peu à attendre d'un encadrement standardisé. Plus que des visites techniques ils souhaitaient bénéficier de quelques services dans la durée (surtout en matière d'approvisionnements spécifiques²⁰¹). Au-delà des affaires courantes, les services techniques étaient sollicités, d'après nos hypothèses, plus pour discuter des réalisations possibles et faire même des essais limités dont le principal mérite consistait à pouvoir échanger les perceptions sur un apparent concret. Cette catégorie d'exploitants était en chemin pour essayer des modèles d'équilibre de production, leur attente était aussi en construction. Un travail commun était à mener sur les potentialités de gestion de situations très extensives.

²⁰¹ Son de riz, pierres à lécher, fil de fer barbelé, herbicides et même des semences fourragères (pour essayer).

3532. *Les éleveurs en déroute du "Plan vert"*

Point important à souligner, ces éleveurs sont encore présents malgré tous les problèmes et crises qu'ils ont traversés. Une des hypothèses de leur choix de rester en Guyane peut provenir déjà de leur ancrage familial dans la région. En effet, après la première "vague" de prise en charge de projets d'éleveurs (non guyanais), des guyanais de souche n'ont pu accéder au programme de développement que dans les années suivantes (jusqu'en 1984), donc avec un décalage. Les solidarités locales socio-économiques peuvent avoir joué un rôle dans la survie de leur élevage.

Remarque : ces éleveurs n'ont souvent pas pu bénéficier d'une durée suffisante pour consolider leur système d'élevage, il n'ont pas pu rebondir après la crise du secteur bovin (après 1991).

Si le programme de développement et l'engagement de l'Etat auprès des banques avaient été maintenus quelques années, combien de structures agricoles auraient atteint une résistance socio-économique durable ? Toujours est-il qu'en termes techniques, en agronomie, zootechnie et écologie, l'expérience de ces éleveurs donne des éclairages sur les plus grandes fragilités des agro-éco-systèmes pâturés (divagation contenue, absence ou non de toute rotation, maintien des refus et des espèces végétales indésirables, effets des allotements et des niveaux de pression,...). Ces informations ouvrent un questionnement qui nourrit des hypothèses concernant les conditions de résilience des végétations pâturées des écosystèmes des savanes et des prairies installées. La lecture de la situation par la classification des pratiques nous a permis d'avoir d'autres perspectives sur les "possibles" (situations en décalage par rapport aux pratiques les plus courantes). Le minimum pratiqué par la totalité et les centres de gravité qui ont été identifiés permettent d'avoir aussi une perception sur la composition des réseaux d'acteurs (Darré, 1996).

3533. *Les éleveurs en émergence*

Ces éleveurs ont la particularité d'asseoir leur entreprise, leurs pratiques, sur des bases en pleine remise en cause. Certains ont connu avec leurs parents ou grands parents les gestes d'attache des animaux au piquet ou leur récupération par l'attrait de botte d'herbe coupée (le plus souvent du *Panicum maximum*) aux bords des pistes (à toi Michel Zulémaro qui a su si bien décrire tes souvenirs d'enfance à Iracoubo). Tous ont perçu cette volonté quasi coloniale de maîtriser ce milieu en introduisant de force un modèle totalement exogène (sauf le sol) : animaux, espèces fourragères, hommes ! Le milieu n'était pas à comprendre mais à dompter ! Francis Bacon affirmait que « nous, ministres et interprètes de la nature, nous ne pouvons la gouverner qu'à condition de lui obéir²⁰² ».

La remise en cause de nombreux repères peut perturber des éleveurs émergents, mais compte tenu de leur propre moyen, disponibilité, tous perçoivent la nécessité d'essayer à partir de leurs observations et des éléments acquis, de nouveaux modes d'organisation. Les demandes de ces éleveurs aux services du développement et aux études intégrées à l'action (Cirad, Cgerg, FADG..) portent sur l'acquisition de repères, de seuils (à quel moment sortir les bêtes ou les rentrer, suivant la charge, le couvert, la saison...), bref de l'information pour acquérir une réelle autonomie dans sa gestion technique et donc dans leur mode d'organisation.

²⁰² in « La Valeur et le progrès des sciences ». (1623) F. Bacon Citation de F Bacon mentionnée à cette page – net : <http://abirato.free.fr/3oiseau/ot2/science1.htm#5> / [Sir Francis Bacon \(1561-1626\)](http://www.cartage.org.lb/fr/themes/Biographies/mainbiographie/B/bacon/1.html) - Philosophe anglais et homme d'État, un des pionniers de la pensée scientifique moderne. Bacon naquit le 22 janvier 1561 à Londres et étudia à l'université de Cambridge. Élu à la Chambre des communes en 1584, il y demeura jusqu'en 1614. [<http://www.cartage.org.lb/fr/themes/Biographies/mainbiographie/B/bacon/1.html>]

3524. Les éleveurs en situation de production

S'ils veulent maintenir leur niveau de production, leur option est d'y arriver en travaillant sur l'espace disponible. La production doit être obtenue en récupérant ou obtenant plus de surface, mais surtout pas par une augmentation de la productivité à l'hectare. L'augmentation la plus classique de surface a été de signer d'autres baux emphytéotiques dont les principales provenances étaient :

- d'anciens éleveurs ayant fait faillite,
- de nouveaux baux ouverts surtout en zone de savanes pour l'agriculture et l'élevage.

L'autre source d'augmentation des surfaces provient des travaux de mise (ou remise) en valeur de nouveaux hectares inclus dans le parcellaire avec bail en cours. Les surfaces concernées étaient surtout des terres de savanes. Les zones forestières ont été touchées à la marge (îlots forestiers, lisières - interface forêt / savanes ou prairie sur terrain défriché), de nouvelles zones de savanes ont pu aussi être mises en valeur grâce à l'introduction d'espèces aptes à supporter des milieux plus rudes.

La récupération de surfaces envahies d'espèces envahissantes non appréciées constituait un potentiel important d'augmentation de la surface exploitée. Sur ces aspects, ces "éleveurs en production" exprimaient une demande forte auprès des services techniques agricoles de développement et des centres d'études intégrant des actions dans le secteur de l'élevage.

Le problème était très clairement désigné ; il portait sur l'importance des surfaces des prairies créées qui se trouvaient recouvertes par des espèces sub-ligneuses non appréciées, rendant délicat la circulation du bétail et enfin menant à terme la disparition de toutes les espèces fourragères.

Les questions techniques de ces éleveurs étaient de savoir comment : i) se débarrasser de ces adventices envahissantes ; ii) éviter qu'elles se propagent ; iii) éviter qu'elles se re-développent après un "nettoyage".

Les principales pratiques de ces éleveurs pour récupérer ces terrains reposaient sur :

- le rabattage mécanique : gyrobroyage, rotobroyage, fauche,
- un pseudo labour par outils à disque (de type cover-crop).

Il faut noter que les travaux importants comme le "retournement des prairies", les défrichements étaient pris sur le plan comptable comme des investissements. Depuis la loi Pons de défiscalisation de certains investissements dans les DOM-TOM français, ces éleveurs arrivaient à réaliser gratuitement ces travaux (moyennant l'avancement en trésorerie et en temps). Classées comme investissement, les parcelles concernées par de tels travaux ne pouvaient plus ensuite faire l'objet d'une nouvelle défiscalisation avant 5 à 20 ans suivant le montant et le type de travaux.

D'où une question induite plus précise : comment éviter une recolonisation rapide des prairies ? Là s'ouvrait à nous un champ vaste d'études sur les caractéristiques, le fonctionnement et les protections techniques et potentielles de ces prairies !

354. Le questionnement avec la recherche sur le pâturage guyanais

- ☐ Comment maintenir les surfaces de production fourragère qui diminuent extrêmement rapidement lors d'invasion d'espèces végétales dominantes (non appréciées) ?
- ☐ Comment avoir plus de ressources herbagères avec moins d'intrants (hypothèse : avec un meilleur ciblage des intrants et interventions) ?
- ☐ Comment atténuer les chutes de productions fourragères saisonnières, notamment par le manque ou l'excès de pluviométrie²⁰³ ?
- ☐ Le questionnement sur les aspects portant sur la qualité de l'herbage (qualité fourragère), n'était pas encore formalisé à cette époque.

Certaines notions étaient difficiles à être discernées entre elles :

- l'appétit des animaux,
- la préhension des plantes,
- la valeur fourragère,
- la valeur alimentaire,
- l'ingestion suivant les valeurs induites par l'effet « apéritif » de certaines plantes ou induites par la biodiversité du couvert herbacé (travaux de M. Meuret),
- la relation structure - architecture du couvert avec le mode de pâture qui induit des herbages de valeurs différentes,...

Des recadrages concernant les demandes des professionnels (dès 1993, puis en continu périodiquement jusqu'à 2000²⁰⁴), nous avons dégagé plusieurs priorités d'actions :

- ⇒ *état des lieux des dégradations – salissements des prairies* des éleveurs du groupement, travail d'évaluation – expertise,
- ⇒ *formations – éducation au contrôle raisonné des envahissements par des adventices* des prairies ; initiation aux traitements herbicides ; synergie des moyens de régulation (lutte intégrée), travail d'ingénierie technique,
- ⇒ *compréhension des mécanismes biophysiques couplés aux incidences des pratiques*, pour renforcer la résistance (l'auto-résistance, la résilience) des prairies dans un cadre défini de seuils, bornes et facteurs à risques ; travail d'études scientifiques.

Un planning a été issu de la reformulation de la demande (de façon implicite) avec :

Un travail immédiat (court terme), sur l'enregistrement et mesure du problème de la disparition des espèces fourragères des strates herbacées par des adventices non consommées par le bétail ;

²⁰³ L'effet du manque de pluie se fait surtout sentir à partir d'octobre jusqu'à la reprise des pluies : fin novembre, début décembre ; l'incidence de l'excès hydrique, surtout dans les sols à drainage bloqués ou à drainage horizontal, apparaît entre avril et juin.

²⁰⁴ En privilégiant le lundi après-midi, au moment du retour de livraison des éleveurs qui avaient des bêtes à vendre pour la semaine.

Un travail à moyen terme sur les itinéraires techniques en matière de lutte intégrée, par synergie des interventions directes (herbicides et cover-crop par exemple), par ciblage d'intrants favorables à la résistances des plantes fourragères (Ca, P₂O₅), par contrôle indirect suivant la conduite de la pâture ;

Un travail à moyen et long termes sur le renforcement de la résistance «auto – induite » par l'agroécosystème et l'augmentation de la souplesse de pilotage des prairies au moins pour ce qui concerne la production quantitative fourragère (consensus sur l'impossibilité de gagner en qualité, avec toute la confusion de l'époque sur cette notion, sans conduite pointue).

Compléments à cette reformulation de la demande, des aspects plus précis étaient sollicités (tout en étant bien dans le cadre de la réflexion).

Des organismes de financements et de développement souhaitaient induire auprès des éleveurs de nouveaux éléments d'appréciation de leur environnement. Des analyses de sols et des analyses fourragères ont été prises en charge aux alentours de 1993 – 1995. Des analyses biophysiques (et surtout physiques) avaient été réalisées dans les élevages, mais les listings de données restaient souvent non interprétés. Leur traduction en résultats aptes à saisir la valeur de l'objet analysé et surtout les mesures à prendre n'avait pas été réalisée par les services d'appui agricole.

Au-delà de l'interprétation de ces données, l'intérêt portait aussi sur les aspects comparatifs intra-exploitation et inter-exploitation. La demande s'est ainsi vite révélée sur ces analyses comme un outil pertinent d'échanges de connaissances, de perceptions, de souvenirs des conseils antérieurs (au temps du Plan vert actif).

La demande était donc essentiellement basée sur le maintien des pâtures, élément du système d'élevage qui avait connu depuis le lancement du "plan vert" le plus de retard (si la santé animale avait connu de très importants problèmes, les éleveurs avaient pu s'approprier la surveillance et le contrôle pratique des aspects sanitaires et pathologiques, *idem* pour les aspects zootechniques, même s'il restait des problèmes à résoudre notamment en matière génétique).

L'herbe en tant que pivot mal cerné du système d'élevage dominant « ranching ou mini ranching » s'inscrivait nettement dès la relance sectorielle bovine guyanaise (Letenneur & Matheron, 1991), comme la partie la plus vulnérable des élevages à l'échelle des exploitations. A des échelles plus "macro" bien d'autres aspects de fragilité sont pris en compte par les professionnels.

A noter, que les éleveurs issus des péripéties du « plan vert » ont été amenés à passer des périodes très dures, très isolés au sein du tissu social guyanais (certains parlent même de pestiférés du secteur économique local !). Moins de 10 p.100 des élevages installés par le « plan vert » étaient encore existants en 1995. Ces rares survivants ont réussi à s'auto-construire des théories techniques pour « mener leur élevage dans la tempête » sans fondements et confrontations diachroniques - historiques issus de la région.

Ces « auto – théories – et bases individuelles de connaissances » de ces éleveurs constituaient en quelque sorte des « proto – fonds culturels techniques » mais trop individuels pour être fondus dans un savoir commun reconnu comme repères (paradigmes) du domaine.

Ces savoirs en "échafaudages" proviennent d'assemblages d'éléments disparates d'ordres techniques et scientifiques (provenant d'anciens écrits du BAFOG, des manuels et règles du "plan vert", de recherches personnelles dans des écrits spécialisés provenant surtout du Brésil et de France et aussi de visites dans les pays voisins : Surinam, Antilles, Brésil). Pour élaborer souvent seuls ces éléments de connaissances, les éleveurs ont su développer un appétit de savoirs et donc de questions à des réponses que je qualifie de très élevées²⁰⁵. Nous avions affaire à des personnes en grandes demandes scientifiques et techniques, et en demandes qui étaient toujours très avisées, même s'il fallait les reformuler (et encore toujours par un processus de "travail de réflexion" collectif). Cette soif de comprendre, savoir, mettre en action, je l'avais connue avec les Sereer dans les « Terres Neuves du Sénégal Oriental », région de front pionnier au Sénégal côté ouest (Lericollais, 1999). Situation (ou réactivité) similaire en front pionnier amazonien brésilien d'après : Tourrand *et al.* 1997 ; Hostiou, 2003 ; Topall, 2001 ; Mijda et De Robert, 2004 ; Théry, 1997...

D'où une obligation d'implication rapide et une intégration claire aux dynamiques socio-économiques du secteur travail des chargés d'études du Cirad-Emvt.

En retour, nous avons pu bénéficier d'une grande richesse d'expériences, d'une médiation facilitée pour travailler sur les perceptions réciproques et les échanges des connaissances sans tabous majeurs, mais avec évidemment parfois des blocages temporaires (et même très délicats) entre acteurs et structures engagées dans cette dynamique.

Pour nos partenaires nous devons commencer par un travail de « connaissance du terrain » (qui fait quoi ? et quel est son parcours ?) pour rapidement faire un état des lieux destiné à :

- Enrayer la dynamique d'envahissement des prairies ;
- Restaurer des prairies ;
- S'intégrer auprès des éleveurs au-delà des leaders du syndicat ;
- Défendre les acquis de soutiens auprès de l'ODEADOM.

Nous étions d'accord avec eux, les échanges et débats étaient d'autant plus riches que certains producteurs avaient eux-mêmes fait des déplacements dans les pays voisins et en métropole pour élargir leur perception.

4. En conclusion de ce contexte : Transition agraire et évolution des pratiques

4.1. Transition pour les élevages

L'arrêt du "Plan vert" s'est d'abord traduit par la levée de la caution bancaire de l'Etat auprès des banques pour tous les éleveurs installés lors de cette opération. Les banques ont donc voulu renégocier les remboursements auprès des éleveurs.

La pression bancaire auprès des éleveurs pour accélérer les remboursements a très vite engorgé le marché local de la viande. Cela a eu pour incidence de faire chuter les prix. Les

²⁰⁵ Donc, je formule une remarque à souligner pour les lectures, les demandes n'ont pas été imaginées pour satisfaire des bailleurs de fonds. Dans cette étude nous ne sommes pas dans des situations de distinction : bénéficiaire – client.

faillites se sont dès 1987-1988 accélérées. Dans ce contexte, les éleveurs ont privilégié les logiques d'intérêts individuels sur la logique collective. Les dynamiques ont connu un éparpillement des initiatives. Comme ils n'avaient plus de coopérative, les éleveurs devaient assurer eux-mêmes leur commercialisation, le plus souvent en livrant directement leur bétail à l'abattoir.

Le retour à une certaine stabilisation, vers 1991, a permis de percevoir des logiques qui ont permis à certains élevages de se maintenir. Les élevages qui ont réussi à rester ont dû élaborer leurs propres objectifs techniques, économiques, commerciaux et redéfinir leurs moyens de fonctionnement (Letenneur, Matheron, 1991). De 1986 (arrêt du "Plan vert") à 1991, l'étude sectorielle commandée par l'ODEADOM, a procédé à une analyse suivant trois points :

- i) l'abandon par faillite ;
- ii) la reconversion partielle ou totale de la fonction élevage de l'exploitation ;
- iii) la consolidation des élevages qui ont su transformer leur mode de production.

En 1990, un rapport de l'INRA-SAD mentionne : *« Parallèlement à la décomposition du schéma d'élevage, s'est développé un lent processus de recomposition. Le schéma technique rigide imposé par le "Plan vert" n'est plus d'actualité. Le référentiel technique s'est enrichi et diversifié. Les contraintes et les limites des systèmes d'élevages tels qu'ils ont été mis en place sont mieux appréciées. Différentes alternatives techniques expérimentées par un ou plusieurs éleveurs sont maintenant admises. Chaque éleveur peut bâtir le système d'élevage qui lui convient le mieux. Les conditions existent pour qu'une nouvelle organisation collective soit créée afin de permettre aux éleveurs de progresser ».*

42. Des techniques standard à l'ouverture des pratiques

L'état des pratiques au début du "Plan vert" incite à considérer ces pratiques plus comme des techniques au sens de Teissier (1978) : *« Une technique est un ensemble ordonné d'opérations ayant une finalité de production et pouvant être fondé soit sur des connaissances scientifiques, soit sur des connaissances empiriques, ou encore --- c'est probablement le cas le plus fréquent en agriculture --- sur un mélange des deux ».* Techniques qui de plus ne pouvaient pas s'inspirer des connaissances empiriques locales, puisque que le "Plan vert" a fait le choix de faire "table rase" des modes d'élevages en place. Quant aux connaissances empiriques amazoniennes voisines, elles étaient aussi juste embryonnaires. Après une approche "Plan vert" très standardisée des techniques, qui pouvait même amener des sanctions auprès des éleveurs qui s'avéraient déviants, le "déverrouillage" a permis aux éleveurs d'exprimer pleinement leurs pratiques nourries de toutes les observations empiriques acquises depuis leur arrivée.

La description du terme pratique par Teissier (même exposé, 1978), montre bien combien il est possible de suivre des techniques similaires mais par des pratiques propres à chaque éleveur : *« Alors que les techniques peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur ou de l'éleveur qui les met en œuvre, il n'en est pas de même des pratiques, si on désigne ainsi les activités élémentaires, ou les manières de faire, réalisées dans une perspective de production ; celles-ci sont en effet beaucoup plus liées à l'opérateur et en particulier aux conditions dans lesquelles il exerce son métier (milieu naturel, système de production, situation familiale...). Ainsi, l'utilisation d'une technique nécessite bien un ensemble de pratiques, mais ces pratiques peuvent être différentes. »*

43. Des pratiques en évolution

Comme toute dynamique, de nouvelles pratiques ont surgi avant 1986. Toutefois la plupart ont commencé plus tard pour des raisons diverses.

Des raisons identitaires

La race créole ayant été presque exterminée, les races laitières ont été rapidement éliminées, seul restait le zébu brahman et sa couleur blanche, symbole du choix fait par le "plan vert". Pour des raisons identitaires et / ou de positionnement social au sens de Darré (1996), des races de couleur marron – rouge²⁰⁶ ont été importées afin de montrer que la page était tournée.

Des raisons économiques

Les intrants ont d'abord été fortement limités, voir abandonnés, notamment les engrais. Surtout ceux tertiaires (NPK, qui étaient les plus chers), l'urée ayant un coût à l'unité d'azote beaucoup plus compétitif, a trouvé des amateurs. Cette recherche d'économie de la fertilisation a aussi eu pour grand intérêt de valider en vraie grandeur des prairies associées en graminées et légumineuses (Béreau, 1995), chez un éleveur que Röling (1990) pourrait qualifier de "paysans chercheurs". L'entretien de certains investissements a été peu à peu laissé, comme pour les clôtures internes. Les reprises (restaurations) des prairies se sont espacées.

Des raisons de simplification

Les rotations ont souvent été très simplifiées²⁰⁷, cela s'accompagnant souvent d'une simplification du système d'allotement, voire même de son abandon. Suivant les élevages, le souci de simplification était bien réel, dans d'autres cas, l'illusion perdue concernant ce secteur de production s'avérait évident.

La demande sociale exprimée et constatée dans les pratiques

L'intensification du modèle initial portait aussi sur le travail, le manque de souplesse dans l'organisation. Des documents de l'INRA-SAD, 1989 et 1990, de Letenneur & Matheron (1991), du SEBOG en 1993..., il en ressort que les tendances principales portent sur une ouverture des techniques sans souhaiter les renier. Si le SEBOG sollicite un travail "d'assistance en continue" auprès du CIRAD-EMVT, c'est pour accéder à des connaissances scientifiques, sans être dans l'obligation d'application de techniques. Le tricotage de connaissances scientifiques et empiriques pour aboutir à des techniques comme le décrit Teissier devait pour ces leaders rester en leur possession ou au moins en négociation avec les partenaires qu'ils souhaitaient.

Les éleveurs tendaient à s'affranchir des intrants pour deux raisons majeures :

- le prix des intrants pour des pratiques qu'ils ne perçoivent pas comme ayant une incidence nette sur leur élevage ; Plus les structures sont petites plus l'abandon de la fertilisation est fréquente, des structures de tailles importantes ont aussi abandonné l'usage des engrais,
- l'éloignement de la Guyane des grandes "routes" commerciales tendait aussi certains éleveurs de s'affranchir autant que possible de cette dépendance.

²⁰⁶ En premier la race Salers.

²⁰⁷ Alternance d'une prairie sur l'autre ou même abandon de toute rotation.

L'entretien des prairies devenait prioritaire dans un contexte de basse trésorerie et de valorisation (amortissement agronomique) plus longue des prairies implantées. Le retournement des prairies infestées tous les trois-quatre ans pouvait de moins en moins être couvert financièrement par des systèmes plus extensifs avec des pratiques plus souples. Les interventions connues à l'époque, comme le rotobroyage, s'avéraient aussi fastidieuses. Cette pratique mécanique, bien qu'apparemment peu lourde en trésorerie, limite la durée de vie des investissements (en l'occurrence le tracteur). Certains éleveurs ont eu recours au désherbage, moyen qui peut être plus économique, mais demande généralement plus de connaissance et d'entraînement.

Les conduites des troupeaux, en croisant les modalités de rotation, de charges, d'allotement, étaient totalement remises en cause. Cela se traduisait déjà par des parcellaires qui ne permettaient plus de réaliser des rotations de très courtes durées (comme indiqué dans le modèle intensif). Cette souplesse en conduite du bétail s'est donc souvent traduite par une ouverture de toutes les portes internes au parcellaire et à une divagation du cheptel dans un contexte le plus souvent de très faible pression globale ; ce qui induisait dans le cas des pâturages libres, une forte pression sur les repousses des plantes fourragères les plus appétantes. Ces plantes sous forte pression pouvaient disparaître au cours d'une saison.

Les professionnels qui ont sollicité le CIRAD-EMVT dès 1993–1994 étaient conscients de cette fragilisation des systèmes d'élevage, mais ne voulant pas revenir à des modèles trop stricts. Ils souhaitaient néanmoins bien tester des techniques pouvant faciliter le travail de l'exploitation. Les premières tâches ont d'abord concerné des techniques précises, notamment sur les moyens curatifs de gestion des prairies infestées par des broussailles. Au-delà, c'est l'ensemble du fonctionnement du système herbager et d'élevage que ces éleveurs voulaient voir aborder.



Figure n°75 : Schéma du système agroécologique prairial guyanais.



Figure n°76 : Cliché, Mesure hauteur d'herbe.

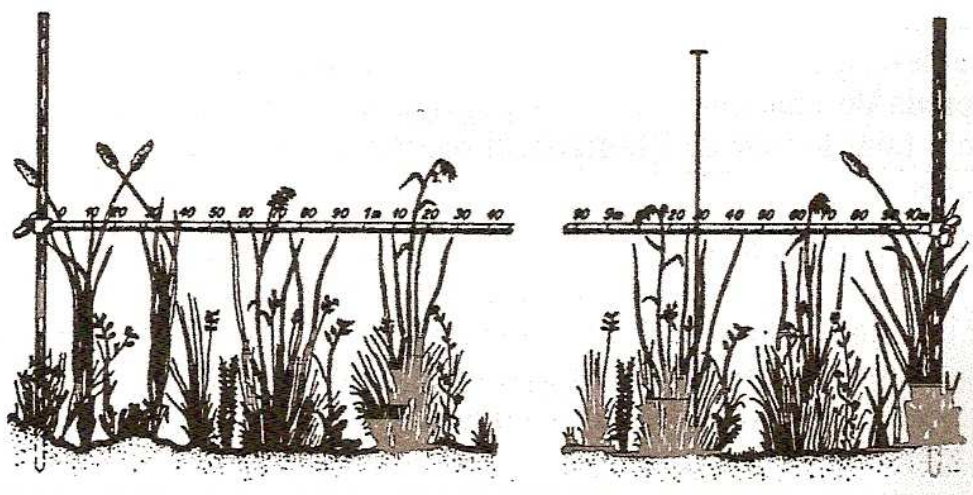


Figure n°77 : Méthode de mesure des fréquences sp écifiques



Figure n°78 : Cliché, jeunes plantules de *Mimosa pudica* et *Spermacoce verticillata* en trouée d'un couvert herbacé de *Brachiaria decumbens*.



Figure n°79 : Cliché, prairie de *Brachiaria decumbens* en cours d'infestation par *Mimosa pudica*.

PARTIE III : *Etudes réalisées* *et résultats obtenus*



Figure n°80 : Cliché, prairie de *Brachiaria decumbens* fortement infestée par *Mimosa pudica*.



Figure n°81 : Cliché, prairie de *Brachiaria decumbens* broutée par des taurillons Zébus Brahman x Limousin.



Figure n°82 : Cliché, déplacement à che val d'un lot d'animaux.



Figure n°83 : Cliché aérien d'exploitations d'élevage à Sinnamary.



Figure n°84 : Cliché Port dressé de *Brachiaria brizantha*



Figure n°85 : Cliché, port bas d'une prairie de *Brachiaria humidicola*.

1. Méthodologie et dispositifs

11. Choix méthodologiques

Les systèmes "végétation – pratiques - milieu" des agroécosystèmes gérés par les activités d'élevage s'inscrivent dans des organisations fonctionnelles comprenant de multiples niveaux. Leurs imbrications et intégrations reposent sur des processus biologiques et techniques qui conditionnent leur fonctionnement. Dans la logique proposée par notre cadre théorique, la mise en évidence conjointe de ces combinaisons "processus – pratiques" implique une stratégie "exploratrice". Afin de la réaliser, la "grille d'analyse" doit varier et s'ajuster à différents niveaux. La multiplicité des angles et niveaux d'observations, liées à des mesures et des techniques propres, permet d'appréhender les différents emboîtements d'échelles des temps et d'espace qui caractérisent les systèmes prairiaux. Chaque niveau d'organisation évolue selon une fréquence et une amplitude qui lui sont propres.

Les niveaux d'organisation impliqués : du couvert végétal au territoire

Les activités agricoles touchent à la gestion du vivant à différents niveaux d'organisations. Ceux du système agropastoral et pastoral constituent un des critères essentiels de la diversité des investigations possibles dans l'étude des relations "végétation – pratiques – milieu". Les niveaux plus englobants définissent l'appartenance à une entité de gestion collective et l'intégration à une entité géographique ou de réseau social.

L'intégration du niveau de l'exploitation agricole fait partie du renouvellement des concepts sur le système agronomique (Sebillotte, 1978), avec notamment une préoccupation des "manières de faire" des agriculteurs. Compte tenu du constat que les pratiques des éleveurs et le fonctionnement de leur exploitation n'étaient pas ou peu déchiffrables par les disciplines classiques. A la fin des années 1980, a émergé une recherche interdisciplinaire. L'adhésion à la référence systémique étant un point commun de ces travaux visant à l'amélioration de la conduite technique des exploitations (Gibon *et al.*, 1989). Les travaux qui en ont été issus avaient recours à la mise en place de suivis d'exploitations pour étudier les pratiques des éleveurs et les résultats d'élevages (Gibon, 1999).

Parallèlement, d'autres travaux s'intéressent au poids des aléas climatiques sur la gestion des prairies de fauche notamment (Andrieu, 2006 ; Duru, 1981). Des modèles biologiques ont ensuite permis de quantifier les variations de quantités et de qualité des fourrages en relation avec les modalités d'entretien et d'utilisation (Duru et Gibon, 1988). Au sein de ce courant interdisciplinaire, d'autres travaux se sont plus axés sur l'étude des pratiques elles-mêmes pour l'identification des objectifs et des règles d'actions des éleveurs (Landais et Deffontaines, 1988). Afin de rendre enseignable ces analyses dont le risque est de rester à un niveau contemplatif (Landais et Balent, 1993), la construction de modèles d'actions est proposée par les agronomes (Sebillotte et Soler, 1990 ; Duru *et al.* In Landais et Balent, 1993). Ils permettent d'élaborer un cadre de représentation des règles et des stratégies des éleveurs par rapport à des objectifs qu'ils se donnent ; appliquée à la gestion des ressources fourragères, ces représentations correspondent au concept de systèmes fourrager (Blanfort, 1996). Les premiers outils de diagnostics, pour la gestion des élevages, intégrant les concepts de l'écologie systémique (Van Dyne, 1980), furent ensuite proposés pour les écosystèmes pâturés (Balent et Duru, 1984 ; Balent, 1987).

12. Principes méthodologiques de l'étude et de ces dispositifs

Des relevés floristiques et de végétations synchroniques ont fournis les principales données à expliquer de notre étude. Trois raisons majeures expliquent cette approche synchronique :

- ⇒ la multitude de situations de l'état des couverts prairiaux, des modes de conduites, des milieux biophysiques ;
- ⇒ la possibilité de modéliser des dynamiques d'évolution de types de prairies à partir de relevés synchroniques de parcelles d'âge différent dans des milieux similaires. Par exemple, nous avons pu disposer de terrains en savane podzolique, mise en valeur par tranche annuelle sur huit ans. Terrains qui présentaient des conditions biophysiques et de mise en valeur similaire ;
- ⇒ l'impossibilité de réaliser des relevés floristiques diachroniques (sur les mêmes stations chaque année) en raison de contraintes de programmation (les reconduites d'interventions et de maintien des opérations sur le terrain dépendaient de financements et de décisions institutionnelles annuelles).

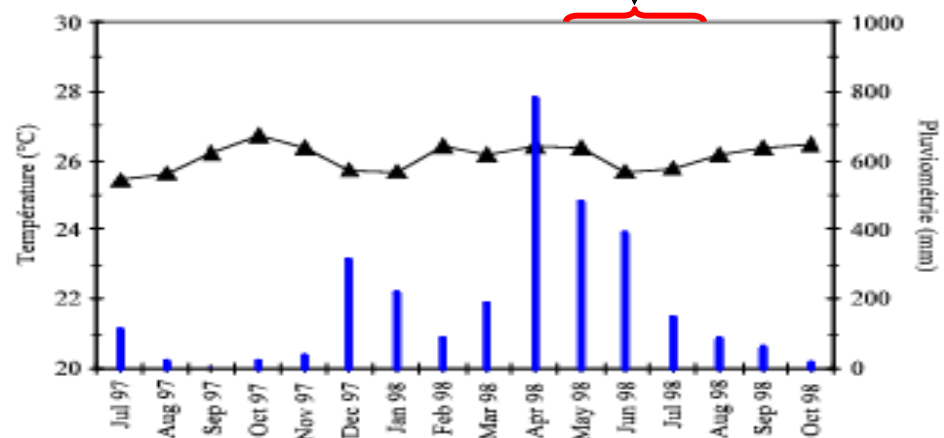
Nous avons donc réalisé une analyse comparative qui utilise comme critères observés des variations de milieu ("variables non contrôlées") dans un temps "rond"²⁰⁸ par l'éleveur, des variations au niveau des pratiques ("variables contrôlées" par l'éleveur) et des indicateurs d'état de la prairie ("variables d'état" à expliquer).

«L'approche synchronique demande un nombre important d'observations. Elle autorise une bonne représentation de la variabilité et une valeur statistique.» (Blanfort, 1996).

«La complexité des systèmes écologiques prairiaux rend illusoire les tentatives de les reproduire artificiellement dans une démarche de type expérimentation en station. L'analyse comparative constitue une "expérimentation naturelle" » (Gibon, 1994) qui permet la mise en évidence des mécanismes essentiels de leur organisation et de leur dynamique. *« Elle permet sur un grand nombre de cas la réalisation concomitante d'observations sur la végétation, le milieu et l'enregistrement de pratiques en vue de leur mise en relation par des méthodes statistiques.»* (Blanfort, 1996).

L'étude de notre objet de recherche : "l'état du couvert herbager fourrager", s'est réalisée par des observations annuelles de l'état du couvert de la végétation, dans de nombreuses parcelles, au cours d'une même période, notamment de la composition floristique, à la période de pleine expression du cortège spécifique, en deuxième partie de la forte saison des pluies (mai – juillet).

Figure n°86 :
Pluviométrie
et températures
annuelles
en Guyane,
source UMR Ecologie
des Forêts de Guyane
Kourou



²⁰⁸ «Le temps rond concerne la production et l'utilisation des ressources fourragères. Il s'agit de phénomène survenant de manière plus ou moins cyclique [dans le court terme]» (Duru, 1992).

Ces observations synchroniques ont été croisées avec des informations diachroniques relevées lors de suivis d'élevage, concernant plus particulièrement la conduite de troupeaux, la gestion et l'exploitation des prairies. Suivis par :

- ⇒ Lot, par élevage (composition, recomposition, affectation des lots dans les parcelles),
- ⇒ Parcelle, pour l'entretien : amendement, fertilisation, lutte contre les adventices envahissantes, aménagements (clôtures, portes, corral, point d'abreuvement, piste d'accès),
- ⇒ Pâture, pour les modalités d'exploitation : rotation, chargement (global, instantané), temps de repousses, temps de séjour, pâturage mixte (bovin – équin).

Nos dispositifs d'observations, autant sur les relevés floristiques, les suivis et les informations d'état (de la végétation) sur le plan biophysique ont été établies pour croiser de nombreux facteurs et paramètres avec un grand nombre de parcelles pâturées qui présentent des situations variées de dégradation et de salissement des prairies.

Compte tenu de la complexité du processus d'évolution du couvert herbacé nous avons opté pour des dispositifs de relevés d'informations et d'analyses systémiques. Ils nous ont permis de réaliser une hiérarchisation des facteurs ainsi qu'une appréciation des interactions des variables (paramètres) de dégradation et de salissement des prairies.

En complément aux travaux systémiques, nous avons été amené à affiner certaines études spécifiques par des travaux analytiques, notamment sur la sensibilité des plantules émergentes de l'adventice la plus abondante et occurrente : *Mimosa pudica*.

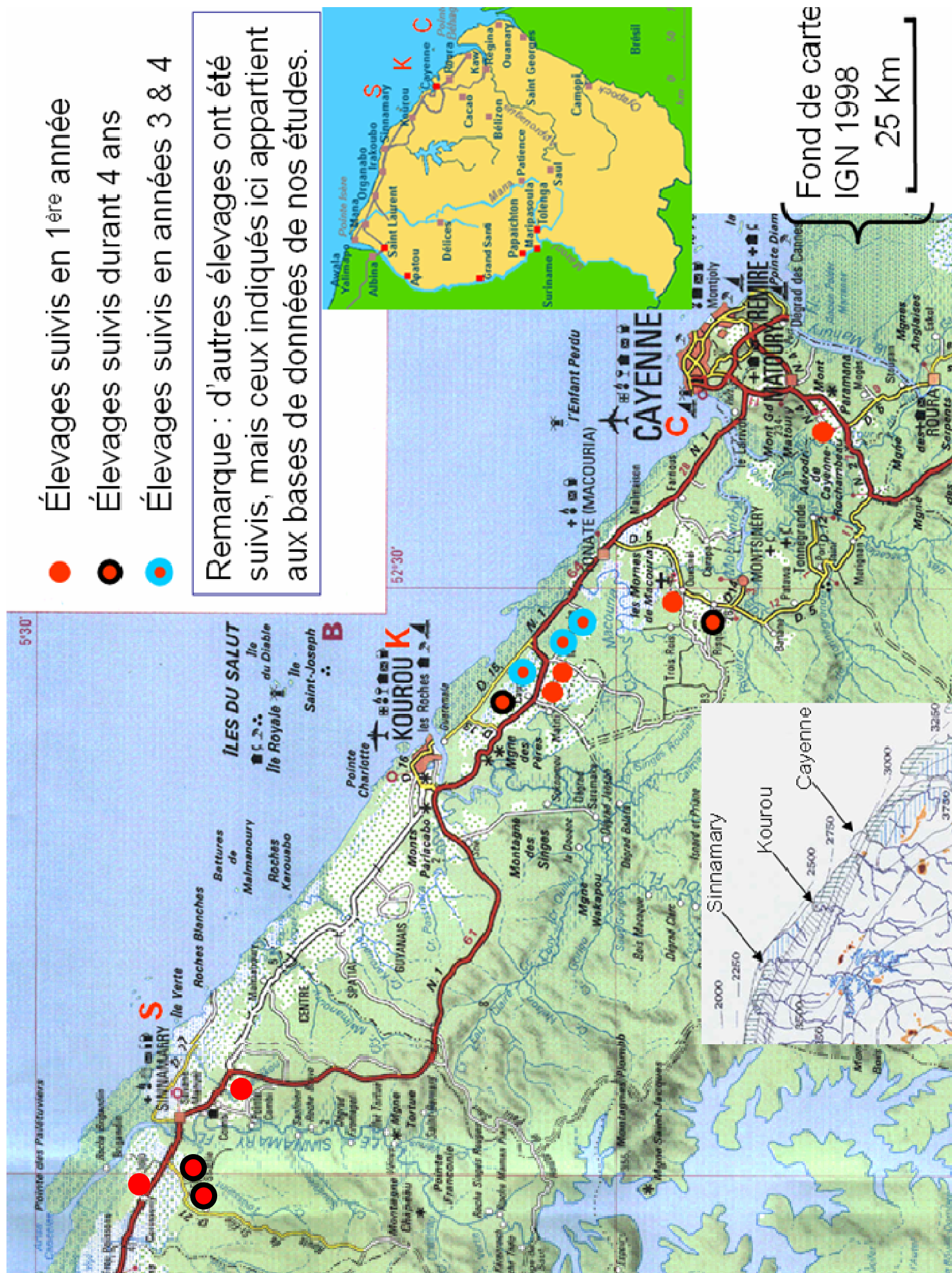


Figure n°87 : Localisation des élevages qui ont fait l'objet d'études et suivis lors des quatre campagnes.

13. Dispositifs et protocoles d'études par campagne

Trois sur quatre des études spécifiques réalisées pour cette thèse ont été conduites à partir de différents suivis d'élevages. Le nombre d'élevage étudié était ajusté chaque année suivant la question de recherche spécifiques étudiées :

En 1997 : Quels sont les facteurs, variables, paramètres, à la fois les plus liés et les plus en interaction (combinés) avec les états prairiaux de dégradation et de salissement du couvert herbacé ? [Cf. Page 177]

Nombre d'élevage enquêtés : 11, Base de donnée brute : 80 parcelles, 45 variables.

En 1998 : Quels sont les incidences des différents modes de conduite de pâture suivant le couvert herbacé des prairies ? [Cf. Page 177]

Nombre d'élevage enquêtés : 4 ; Base de donnée brute : 130 parcelles, 24 variables.

En 1999 : La structure du couvert herbacé peut il avoir une incidence sur l'état de dégradation et de salissement du couvert herbacé ? Quels sont les facteurs qui façonnent ces structures ? [Cf. Page 237]

Nombre d'élevage enquêtés : 7; Base de donnée brute : 102 parcelles, 21 variables.

En 2000 : L'organisation territoriale des élevages suivant les fonctions attribuées aux parcelles et aux lots d'animaux ont-il une incidence sur les états prairiaux de dégradation et de salissement du couvert herbacé ? [Cf. Page 301]

Nombre d'élevage enquêtés : 7; Base de donnée brute : 176 parcelles, 14 variables.

Les informations recueillies pour constituer les bases de données se classaient en trois principaux groupes :

- × Variables à expliquer, variables d'état des prairies, notamment les degrés de dégradation et de salissement les contributions spécifiques...,
- × Variables de causalité potentielle relevant des situations biophysique (exemples : pH du sol, C/N, taux d'alumine, origine forestière ou de savane des terrains, emprise de foyers d'adventices aux alentours...),
- × Variables de causalités liées aux pratiques de conduite de pâturage, d'entretien des prairies...

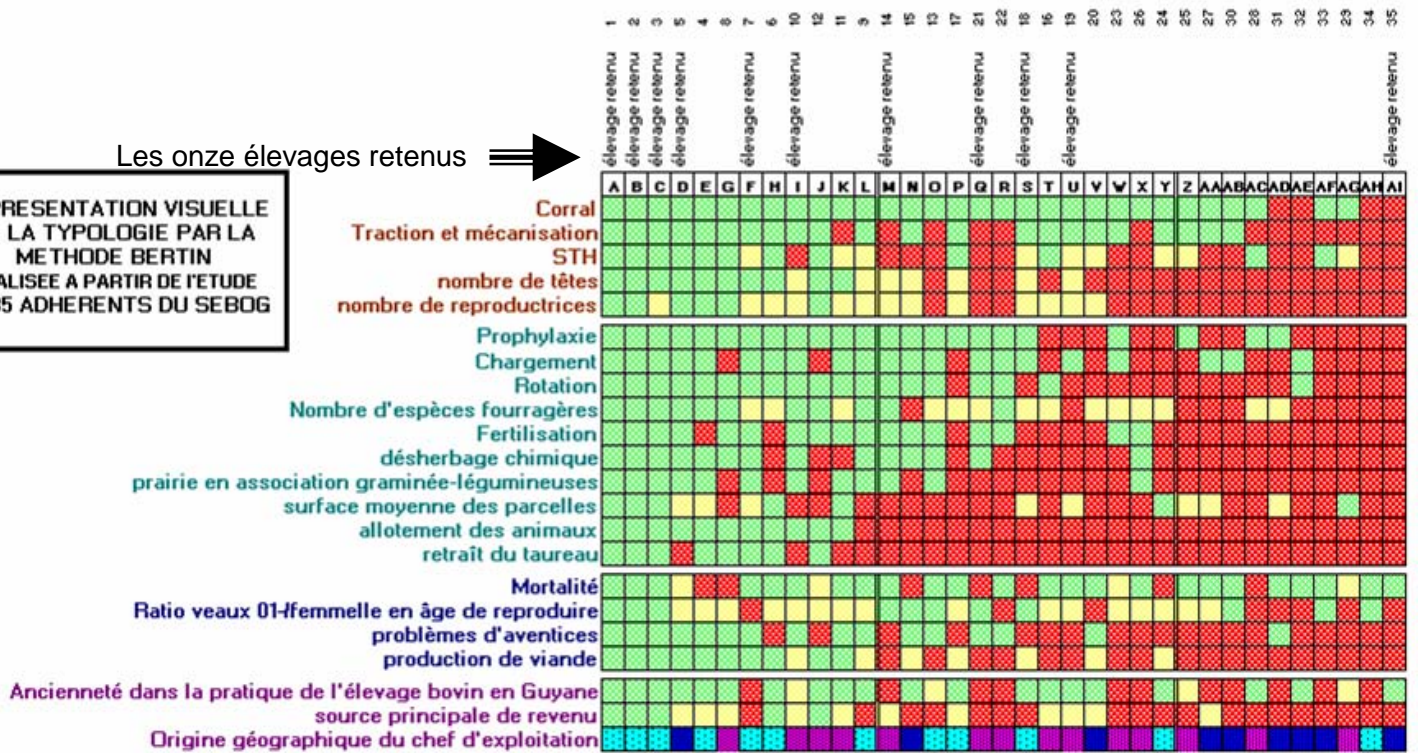
Les suivis d'élevages, pour l'enregistrement des données nécessaires à nos études, ont été conduits par l'éleveur en collaboration avec l'équipe Cirad – élevage de Guyane. Suivant les élevages nous avons un rythme de passage hebdomadaire ou bimensuel. Passages durant lesquels nous reprenions les inscriptions des éleveurs dans leurs carnets et calendrier d'élevage et de parcelles. Informations que nous croisions avec des observations directes.

Lors de ces passages le point était fait sur :

- la répartition des allotements dans les parcelles du territoire d'élevage,
- les entrées et sorties d'animaux dans les lots,
- les interventions d'entretiens dans les parcelles.

REPRESENTATION VISUELLE
DE LA TYPOLOGIE PAR LA
METHODE BERTIN
REALISEE A PARTIR DE L'ETUDE
DE 35 ADHERENTS DU SEBOG

Les onze élevages retenus



LISTE
DES
CRITERES
ETUDIES

Critères sur les moyens de productions			Critères sur les Modes de conduites et les pratiques observées			Critères de Résultats		
Corral	oui	non	Prophylaxie	oui	non	Mortalité	< à 5 %	
Mécanisation - traction	oui	non	Chargement	1 à 3 têtes /ha	< à 1 ou > à 3 têtes/ha	veaux 0-1 an/femelle en âge de reproduire	> à ,75	
STH	> à 50 ha	20 à 50 ha	Rotation	oui	non		0,5 à 0,75	
	< à 20 ha						< à 0,5	
Nombre d'espèces fourragères	> à 70 têtes	30 à 70 têtes				problèmes d'avenices	oui	
nombre de têtes	< à 30 têtes						non	
nombre de reproductrices	> à 50 reproductrices	10 à 50 reproductrices	Fertilisation	oui	non	production de viande	> à 15 têtes/an	
	< à 10 reproductrices		désherbage chimique	oui	non		< à 15 têtes par an	
							0 tête vendue/an	
association graminée-légumineuses	oui	non				Critères sur des informations générales		
surface moyenne des parcelles	> à 4,5 ha	3,5 à 4,5 ha				pratique de l'élevage ou installation depuis	avant 1985	
	< à 3,5 ha						1985 à 1989	
allotement des animaux	oui	non					après 1989	
retrait du taureau	oui	non				source principale de revenu	élevage bovin	
							autres activités agricoles	
						Origine géographique du chef d'exploitation	revenus extérieures	
							Europe continentale	
							Guyane française	
							autres DOM et Asie	

Figure n°88: Échantillonnage des élevages de la 1^{ère} campagne
Grille et méthode de choix de 11 élevages sur 35 dont des prairies ont été
retenues dans la base de données de la 1^{ère} année.

Les parcelles retenues chaque année pour l'étude de questions spécifiques de recherche ont fait l'objet de croisement de quatre principales catégories de variables :

- ⇒ **biophysique, présence de foyer d'infestation**, dynamique hydrique, indices de nutrition des graminées fourragères, informations pédologiques et géomorphologiques...
- ⇒ **pratiques et conduite des parcelles**, leur entretien, leur exploitation (niveau et variations des charges, rythme et régularité des rotations),
- ⇒ **historique de la parcelle** (milieu d'origine, modalité d'installation de la prairie
- ⇒ **états des prairies**, flore, contribution spécifique, degrés de dégradation et de salissement.

14. Méthode d'échantillonnages

Trois niveaux ont été étudiés pour réaliser nos échantillonnages :

- Réseau professionnel / appartenance à un syndicat ou groupement de producteurs,
- Les élevages avec leurs caractéristiques fonctionnelles (dont localité géographique),
- Les parcelles de prairies exploitées au pâturage.

Le premier niveau de tri a été effectué à partir des données en notre disposition sur les types d'élevages à partir d'études réalisées sur les structures d'exploitation, les modalités de fonctionnement et de pratiques, notamment celles mentionnées en vert * dans la figure n° : 88 Il s'agit d'une présentation visuelle d'une typologie de 32 élevages ; Analyses graphique suivant la méthode de J. Bertin (1977).

L'objectif de notre étude vise à détecter parmi des critères du milieu et des facteurs liés à des pratiques de gestion, les influences combinées qui concourent à expliquer un état du couvert végétal de la prairie, lui-même caractérisé par plusieurs indicateurs. Il ne s'agissait donc pas pour nous d'établir une représentativité aléatoire des situations²⁰⁹. Il nous fallait au contraire chercher dans un premier temps (première campagne), la plus grande diversité pour expliquer les variations constatées.

Les choix des exploitations avaient tout d'abord été raisonnés suivant plusieurs logiques et niveaux. Au niveau de la région, nous avons tenu compte, pour le choix des exploitations, des conditions pédo-climatiques (paysage pédologique et des zonages pluviométriques) et des distances par rapport au centre principal en matière d'approvisionnement et de commercialisation en produits agricoles (Cayenne).

Les exploitations retenues devaient présenter l'amplitude la plus importante en terme de situation de l'herbage, conditions de milieu, pratiques de gestion des prairies. Enfin, et le plus important a été la collaboration de l'éleveur pour fournir des informations et permettre d'effectuer les mesures et observations nécessaires à l'étude.

Un échantillonnage stratifié a donc été réalisé. Il s'est fait à partir de variables à priori directrices de la différenciation des situations (Le Floc'h, 1982), qui ont été déclinées précédemment. Les sites retenus devaient englober l'étendue et l'amplitude des facteurs dont on voulait mesurer l'effet sur la végétation (Blanfort, 1996).

²⁰⁹ Notre objectif n'était pas d'évaluer la proportion des prairies suivant leur degré de dégradation « la généralisation n'est pas obligatoirement l'objectif d'une enquête qui peut au contraire viser l'étude d'un phénomène particulier sur un espace restreint. » (Soldati, 1986).

L'unité élémentaire d'observation²¹⁰, qui a fait l'objet du traitement des principales données initiales a été la **station**. C'est à dire, partant de la parcelle (ou dans certains cas du site) qui est l'unité de gestion (pour l'éleveur), nous avons identifié des stations où les aspects de la végétation et de la morphopédologie²¹¹ étaient le plus homogène et représentatif de la parcelle ou de la portion de parcelle.

A l'échelle de l'exploitation, la sélection des parcelles a d'abord tenu compte de l'état des prairies (en prenant les situations extrêmes) et des espèces fourragères implantées, puis du milieu (végétation d'origine, type de sol, morphopédologie, dynamique hydrique), des pratiques de gestion (mode d'exploitation et type d'entretien) et de la distance avec le point principale de l'exploitation (généralement l'habitation).

A l'échelon du site, il a été tenu compte de la date de création et des distances avec les "topocentres" qui peuvent influencer le déplacement des animaux (entrée de la parcelle, point d'eau, mangeoires éventuelles). La station quant à elle se devait seulement d'être homogène dans un rayon de 10 m (pour le protocole de prélèvement de terre, les autres prélèvements, mesures et observations se faisant à l'intérieur de ce cercle).

Compte tenu de la courte durée de l'étude, nous ne pouvions pas baser nos travaux sur des observations de la modification de la végétation dans le temps sur le même espace. Seules quelques variables ont nécessité un suivi. Notre approche générale peut donc être qualifiée de synchronique, car nous avons étudié des situations à la même période.

Le recours à un échantillonnage synchronique nous a permis d'observer au même moment des sites ayant des âges, des origines divers et faisant l'objet d'une large gamme de pratiques afin de comparer l'état du couvert fourrager des prairies implantées. *«Le plan d'échantillonnage se substitue au plan d'expérience»* (Fily, 1991 cité par Blanfort, 1996).

Nous avons donc réalisé une analyse comparative qui utilise comme critères observés des variations :

- du milieu ("variables non contrôlées") dans un temps "rond"²,
- au niveau des pratiques ("variables contrôlées" par l'éleveur),
- des indicateurs d'état de la prairie ("variables d'état" à expliquer).

«L'approche synchronique demande un nombre important d'observations. Elle autorise ainsi une bonne représentation de la variabilité et une bonne valeur statistique.» (Blanfort, 1996).

«La complexité des systèmes écologiques prairiaux rend illusoire les tentatives de les reproduire artificiellement dans une démarche de type expérimentation en station. L'analyse comparative constitue une "expérimentation naturelle" (Gibon, 1994) qui permet la mise en évidence des mécanismes essentiels de leur organisation et de leur dynamique. Elle permet sur un grand nombre de cas la réalisation concomitante d'observations sur la végétation, le milieu et l'enregistrement de pratiques en vue de leur mise en relation par des méthodes statistiques.» (Blanfort, 1996).

²¹⁰ «Le concept de référence est celui de l'aire minimale qui est considérée comme étant la plus petite surface qu'il est nécessaire de prospecter pour inventorier la plupart des espèces d'une unité de végétation considérée comme homogène. » (Le Floc'h, 1982).

²¹¹ « Les études pédologiques ont à la fois mis en évidence des variations latérales rapides, importantes et ordonnées au sein de la plupart des couvertures pédologiques. » (Boulet et Luca, 1984).

Spécificité des échantillonnages suivant les quatre années de références :

Au niveau des réseaux et groupements

Les deux premières campagnes ont concerné des élevages issus du seul réseau – groupement de producteurs en élevage bovins constitué et reconnu (SEBOG). Ce groupement nous permettait d'avoir un accès à des élevages bovins très contrastés et à des informations disponibles quant à leur histoire et leur mode de fonctionnement. Les élevages en dehors de ce groupement (au milieu des années 1990) restaient encore méfiant vis-à-vis des organismes de développement et de recherche en raison de la faillite de la filière bovin à la fin des années 1980. La reconnaissance de nos suivis au sein du groupement "SEBOG" nous a permis de pouvoir être accueilli dans d'autres réseaux de la filière. Dans les troisième et quatrième campagnes nous avons pu inclure, dans notre "réseau d'élevages suivis", des exploitations non rattachées au "SEBOG".

Remarque : Notre reconnaissance sur l'étude des herbages nous a impliqué dans des travaux avec des groupements d'éleveurs d'autres herbivores : équin, ovin, caprin. Si nous ne pouvions incorporer dans notre étude spécifique ces suivis, ils nous ont permis néanmoins de nous sensibiliser encore plus à la diversité des situations herbagères et des relations « herbe/animal ». Dans notre réflexion sur la structure du couvert herbager, ces suivis et études avec des éleveurs d'autres herbivores nous ont apporté des informations sur l'expression des prairies exploitées par plusieurs espèces animales.

Au niveau de l'exploitation

La première année la diversité des structures et des logiques des élevages a été prise en compte pour constituer un échantillonnage varié nécessaire pour une démarche exploratoire. Les années suivantes (2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème}) : Tenant compte des résultats de la première année, les élevages retenus présentaient une variabilité de pratiques en matière d'exploitation des prairies. Toutefois les exploitations qui ne pratiquaient pas de rotation n'ont pas été retenues car leurs prairies se trouvaient toutes liées à des situations fortement dégradées.

Au niveau des parcelles et stations agroécologiques

Les principaux critères de choix des parcelles ont été indiqués précédemment²¹². Toutefois suivant les campagnes, nous avons tenu compte plus fortement de certains paramètres :

1^{ère} campagne, nous avons établi notre choix de parcelles afin d'avoir un échantillon varié en matière d'origine des prairies, des espèces fourragères implantées et de la diversité des grands traits de conduites d'élevage.

2^{ème} campagne, nos choix de parcelles ont été raisonnés en fonction :

- des espèces fourragères présentes afin d'obtenir une représentation pertinente de la gamme fourragère présente en Guyane,
- des types de couverts pour avoir une représentation cohérente de prairies en association, mélange et monospécifique,
- des rythmes de rotation, de charges, de temps de repousses variés.

²¹² A l'échelle de l'exploitation, la sélection des parcelles a d'abord tenu compte de l'état des prairies (en prenant les situations extrêmes) et des espèces fourragères implantées, puis du milieu (végétation d'origine, type de sol, morphopédologie, dynamique hydrique), des pratiques de gestion (mode d'exploitation et type d'entretien) et de la distance avec le point principale de l'exploitation (généralement l'habitation).

3^{ème} campagne, les parcelles retenues ont été choisies en fonction des critères des années précédentes avec en des paramètres sur la structure du couvert fourrager : hauteur, épaisseur, densité.

4^{ème} campagne, la presque totalité des parcelles des sept principaux élevages suivis ont été pris en compte pour prendre en compte l'organisation de l'élevage par les fonctions attribuées aux différents lots et parcelles.

Les informations utilisées pour raisonner les échantillons

Récapitulatifs des informations et bases de donnée utilisées pour établir les échantillonnages :

Sur les stations agroécologiques étudiées

- Analyses physico-chimiques
- Analyses des teneurs minérales des graminées fourragères
- Données géomorphologiques et hydriques
- Biomasse fourragère à 21 jours de repousses
- Relevé du cortège floristique
- Relevé des contributions spécifiques

Sur les parcelles de pâturages

- L'historique des parcelles
- Les modalités d'entretien
- Les rythmes de rotation et de repousses
- Les profils de chargements instantanés
- Leurs situations géographiques, accessibilité et aménagement (ex. point d'abreuvement)

Sur les élevages

- Les trajectoires des élevages (sources : CGERG²¹³, Groupement, Chambre d'Agriculture...)
- Structures (STH, Cheptel)
- Organisation territoriale (parcelles, pistes, point d'abreuvement, corral...)
- Mode de gestion du bétail (allotement, reproduction...)
- Objectifs et stratégies des éleveurs
- Réseaux – groupement d'appartenance

Sur les groupements (associations, syndicats, groupements de producteurs, coopérative)

Statuts ; Politique ; Alliance territoriale et nationale.

²¹³ CGERG : Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane.

15. Paramètres et mesures attendus des dispositifs mis en place

Rappel de quelques concepts :

Définitions in “Une méthode d’analyse phytologique des prairies – Critères d’application” de Ph. Daget et J.Poissonet, Ann. Agron., 1971, 22 (I), 5-41. reprises in Daget et Godron, 1995.

151. Définition du salissement d’une prairie et méthode de mesure

Le nombre d’espèces différentes d’adventices permet de caractériser le salissement des prairies. La flore adventice d’une prairie est l’énumération de toutes les espèces qui y croissent ; l’adventice rare n’y occupe pas moins d’importance (de place) qu’une adventice commune.

Mesures pour affecter un degré de salissement à une unité homogène :

Un emplacement doit être délimité, à l’intérieur de celui-ci on examine minutieusement le tapis végétal de façon à établir la liste complète des espèces.

La taille de l’emplacement dépend de la répartition et de la densité de la strate herbacée.

Elle doit être au minimum de 4 m² (4 m x 1 m), le plus souvent il est recommandé de travailler sur 16 m² (8 m x 2 m) et parfois dans certaines savanes très pauvres il est nécessaire de faire des enregistrements sur 32 m² (16 m x 2 m).

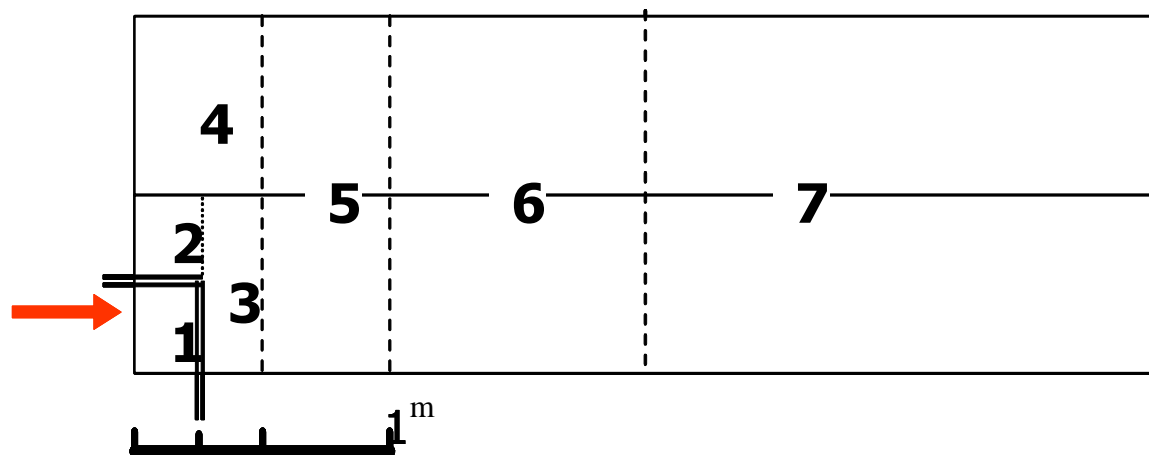


Figure n° 89 : Méthode de mesure du salissement d’une prairie.

Le « degré de salissement » S des prairies semées (ou bouturées) est le nombre d’espèces adventices de la liste floristique complète établie dans le périmètre étudié. Les prairies peuvent alors être qualifiées de la manière suivante :

- ☞ « propres », s’il y a moins dix espèces adventices,
- ☞ « assez propres », s’il y a de onze à vingt espèces,
- ☞ « sales », s’il y en a de vingt et un à trente,
- ☞ « très sales », s’il y en a plus de trente.

152. Définition de la dégradation des prairies

Les proportions des adventices dans le tapis végétal de la prairie permettent de caractériser sa dégradation. Le degré de **dégradation "D"** d'une prairie semée est égal au quotient de la somme des recouvrements des espèces adventices par la somme du recouvrement de toutes les espèces (adventices et semées).

Mesures pour établir un degré de dégradation d'une zone identifiée comme homogène :

Le degré de dégradation se calcule à partir des fréquences spécifiques de toutes les espèces qui forment le tapis herbacé. Ces fréquences peuvent s'obtenir par la méthode dite des points quadrats (une autre méthode pourrait se faire par prélèvements et pesées).

Le dispositif à mettre en place est relativement simple, il peut comporter plusieurs modalités suivant le type de végétation : il suffit d'installer à 20 m de distance deux piquets de type clôture électrique et de tendre à ces deux piquets un double décimètre à ruban à une hauteur qui correspond au toit de la strate herbacée.

Les premiers relevés se font en plaçant à 20 cm du 1^{er} piquet une fine baguette rigide qui doit être placée perpendiculairement au ruban. Toutes les espèces qui touchent cette baguette à cette position sont listées (si une espèce touche plusieurs fois, elle n'est inscrite qu'une fois).

L'opération est renouvelée tous les 20 cm (la baguette est ensuite positionnée à 40 cm puis à 60 cm ...), au terme de cette ligne une série de 100 courtes listes floristique est obtenues. C'est à partir de ce type de série que peuvent être évalués les recouvrements et calculé le degré de dégradation.

Quelques définitions sur la fréquence et la contribution spécifique :

La fréquence spécifique (FS) d'une espèce est le nombre de points où cette espèce a été rencontrée ; c'est donc une fréquence absolue. Lors de l'inventaire d'une station, l'effectif total de l'échantillon est de 100 points, la valeur de FS peut être considérée comme un pourcentage et FS comme une fréquence relative qui est appelée "fréquence centésimale".

La contribution spécifique (CS) est le rapport de la FS à la somme des FS de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés.

Où CS_i et FS_i sont les contributions et fréquences de l'espèce i et n le nombre d'espèces spécifiques observées.

$$CS_i = \frac{FS_i}{\sum_{i=1}^n FS_i} \times 100$$

- Les prairies pour lesquelles D reste inférieure à 12% ne seront pas considérées comme dégradées,
- celles pour lesquelles D est compris entre 12% et 25% sont considérées comme peu dégradées,
- entre 25% et 50% elles sont moyennement dégradées, entre 50% et 75% fortement dégradées et au-dessus de 75% très fortement dégradées.

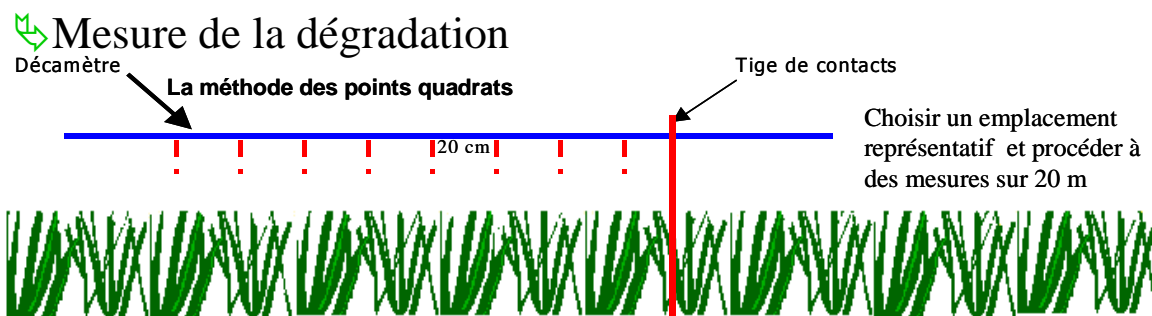


Figure n°90 : Schéma de mesure par la méthode des points quadrats

- d'enquêtes rétrospectives,
- d'observations et de relevés directs,
- de discussions périodiques avec les éleveurs et les agents de leur syndicat ou groupement de producteurs,
- de suivis des modes d'élevages et de gestions des prairies.

De ces données nous avons pu établir des variables auxquelles nous avons fait correspondre des hypothèses afin d'établir des bases de données analysables par des protocoles biométriques. Ci-après les grands groupes de facteurs – variables retenues et traités avec leur hypothèse initiale.

1531. Informations antérieures sur les parcelles

Tableau n°6 : Variables et hypothèses testées des informations antérieures.

Variables – facteurs paramètres	Hypothèses – postulats initiaux
La végétation d'origine, notamment forêt ou savane avec leurs sous types et les modalités de préparations ⇒	Les sols issus de forêts déforestées manuellement sont considérés comme les plus favorables au maintien des prairies, viennent ensuite ceux de forêts déforestées au bulldozer et en dernier les sols de savane.
La présence de foyer d'infestation d'adventices envahissantes ⇒	La présence, proximité et fréquence de peuplements d'adventices augmentent les risques de dégradation des prairies,
Date de mise en prairie ⇒	Plus l'exploitation est ancienne, plus les risques de dégradation sont importants,
Les premières espèces fourragères installées ⇒	Les espèces les moins stolonantes au sol sont les moins protectrices des prairies contre les processus d'envahissantes
Les modalités d'implantation – installation ⇒	Les apports en chaux et phosphore favorisent l'installation des espèces fourragères et ainsi la résistance des jeunes prairies aux processus d'infestation par des adventices
La fertilisation à l'installation ⇒	Les apports en azote limités peuvent favoriser le démarrage d'une prairie, en revanche des apports trop élevés peuvent ralentir l'enracinement au profit du développement foliaire
Mode d'implantation ⇒	Le bouturage est supposé plus sûr pour une bonne installation et le maintien de la prairie.
Temps écoulé entre l'installation de la prairie et sa première exploitation ⇒	Une durée longue permet au système racinaire des espèces installées de se développer correctement ce qui peut favoriser leur maintien.
Principales espèces fourragères de graminées implantées ⇒	<i>Brachiaria humidicola</i> est l'espèce considérée comme la plus apte à assurer un couvert suffisamment dense pour éviter la prolifération des adventices.
Principales espèces fourragères de légumineuses implantées ⇒	Le <i>Desmodium ovalifolium</i> est la légumineuse fourragère qui se pérennise le mieux et s'associe à une fréquence correcte (ni trop ni pas assez) son association densifie le couvert fourrager et protège ainsi la prairie de la prolifération des adventices.
Date de la dernière installation ⇒	Il est considéré que certaines espèces fourragères vieillissent mal et que les risques de dégradation augmentent avec l'âge des espèces fourragères.

1532. Etat des lieux du milieu biophysique

Nous avons vu précédemment la prise en compte des éléments biophysiques à l'origine de la création de la prairie. Nous avons aussi établi des relevés et analyses de l'état biophysique des prairies à l'époque de notre étude dans chaque parcelle retenue pour des appréciations biométriques à régressions multivariées.

Les principales variables pour nos études biométriques (lors de nos travaux et d'observations) et leur hypothèse d'étude sont :

Des variables du milieu : aspects morpho-pédologique et hydro-pédologique des terrains²¹⁴ :

Tableau n°7 : Variables du milieu et hypothèses testées.

Variables – facteurs paramètres	Hypothèses – postulats initiaux
Type de substrat du sol ⇒	Les sols de la série coswine sont plus pauvres que les sols de la série détritique de base ; les 1 ^{ers} se caractérisent par une mauvaise dynamique hydrique à drainage horizontale ou vertical bloqué. Les prairies installées sur coswine doivent être plus fréquemment sales et dégradées.
Type de sol ⇒	En tenant compte des valeurs chimiques et physico-chimiques il est possible de classer par ordre décroissant la qualité des sols suivant : sols ferralitiques (de forêt), sols à sables jaunes (sols ferralitiques fortement lessivés de savane), sols de sables blancs (de forêt podzol), sols de sables gris (sols podzoliques), sols hydromorphes. Hypothèse : la dégradation des prairies peut être moins importante dans le 1er sol cité, éventuellement dans les 2 ^e et 3 ^e .
Profondeur de la zone de blocage du drainage vertical ⇒	Plus la couche imperméable est proche de la surface plus nombreuses sont les contraintes hydriques (notion de drainage horizontal ou vertical bloqué) ce qui peut être un facteur favorisant la dégradation et le salissement des prairies.
Caractéristiques hydriques du sol ⇒	Les sols présumés les meilleurs sont ceux exondés et les plus difficiles sont les sols inondables. L'état de contrainte hydrique du sol est lié à la profondeur de la zone imperméable (ex : argile Coropina dans les Coswines), la texture du sol, la topographie.
La topographie ⇒	Les sols de haut de pente, de mi-pente et des dômes sont ceux qui sont les moins exposés aux contraintes hydriques et en conséquence aux problèmes de dégradation des prairies. A l'inverse, les terrains en bas de pente, de talweg, de zones plates sont plus à risque.

Variables du milieu sur les valeurs chimiques et physico-chimiques des sols²¹⁵ :

Pour tous les critères examinés il a été procédé à des analyses sur des échantillons prélevés en surface dans les 1^{ers} cm du sol et dans la zone 20-40 cm. Les premiers cm du sol (zone la plus prospectée) par les racines, peuvent avoir des caractéristiques modifiées (effets : du couvert prairial, de l'entretien, de l'action de pâturage) par rapport à la zone de terre plus profonde.

Tableau n°7 (suite) : Variables du milieu et hypothèses testées.

²¹⁴ Pour formuler ces différentes remarques et hypothèses nous avons consulté les travaux des auteurs suivants : C.Marius et al. (1963), M.Soudat & J.-J.Rostan (1965), C.Marius (1965, 1969), C.Marius et J.-F.Turenne (1968), J.Hook (1971), J.-F.Turenne (1973), R.Bertrand (1975), R.Boulet (1977, 1980), R.Boulet & F.-X.Humbel (1980), R.Boulet & Y.Lucas (1984), Ph.Blancaneaux (1981), Y.-M.Cabidoche & P.Andrieux (1984, 1985), Y.-M.Cabidoche (1984), J.-C.Lefeuvre (1984), J.-C.Favrot et al. (1987).

²¹⁵ Pour formuler ces différentes remarques et hypothèses nous avons consulté les travaux des auteurs indiqués dans l'encadré précédant ainsi que : P.Roche et al. (1980), D.Blaise (1988), D.Blaise & B.Jabiol (1995), D.Blaise & M.-C.Girard (1995), P.Davet (1996). Cruz P., Daget Ph., Godron M., Lemaire G., Poissonet J., Salette J., Théliér-Huché L.,

Variables facteurs – paramètres	Hypothèses – postulats initiaux
Texture du sol ⇒	les sols très sableux (SS ou S) seraient les plus sensibles à la dégradation.
Le pH eau ⇒	En dessous de la valeur 5,5 il y a un risque de toxicité aluminique et de ralentissement de la vie microbienne. Hypothèse : plus le pH est bas plus les risques de dégradation des prairies sont importants.
Le pH Kcl ⇒	Il caractérise l'acidité potentielle du sol. Le Δ pH est en corrélation positive avec l'acidité d'échange. Ce qui signifie que l'apport en certains éléments (ex ; P_2O_5) peut être bloqué par libération notamment d' Al^{3+} . Hypothèse : les sols à pH bas et à Δ pH important sont considérés à risque.
Le taux de carbone ⇒	Un taux trop faible (< à 10%) indique que les réserves du sol en azote sont faibles et que la texture du sol est fragile. En revanche des taux trop forts peuvent indiquer un blocage de la décomposition de la matière organique. Les prairies installées sur des sols dont les taux de C sont convenables peuvent mieux se maintenir.
Le rapport C sur N ⇒	Un rapport trop fort (> à 15) indique soit une mauvaise décomposition de la matière organique (du à une trop forte acidité ou/et un manque d'aération ou à un sol inondable ou engorgé) soit une matière organique faible en azote. Dans le premier cas cela pose problème pour le développement des espèces fourragères et le second cas pose problème pour la croissance (surtout foliaire) des plantes. Un rapport trop faible (<8) indique un manque de matière organique ou une décomposition rapide de celle-ci, cela peut nuire au maintien de la prairie.
Teneurs en N, P & Ca des graminées fourragères des prairies ⇒	<ul style="list-style-type: none"> - Pour l'azote : une teneur trop faible indique une faible croissance donc une mauvaise occupation du sol ce qui peut favoriser l'apparition ou l'augmentation des adventices ; une teneur forte peut indiquer une croissance trop rapide et à terme un épuisement de la plante et donc induire une dégradation de la prairie. - Pour le phosphore : une teneur trop faible indique que la plante a ou aura du mal à avoir un développement normal et notamment celui de son système racinaire ce qui rendra la plante fragile. - Pour le calcium : sa teneur indique si le sol est en mesure de fournir du calcium ceci signifie compte tenu des sols locaux très carencés en cet élément que des pratiques agronomiques favorables sont pratiquées.
Le taux d'azote ⇒	Il est un des reflets de la vie microbienne du sol. Le taux d'N s'apprécie avec le taux de C. Un sol sain est un facteur de maintien du couvert végétal fourrager.
Le taux de phosphore ⇒	Dans les sols de Guyane (trop acides et forte présence d' Al^{3+}) ce taux de P est délicat à faire ressortir à partir des analyses de sol classiques (Dyer, Olsen). Il faut toutefois noter que la présence de P_2O_5 assimilable est essentielle pour assurer un développement satisfaisant des systèmes racinaires. De la présence de cet élément dépend la compétitivité des espèces fourragère avec les adventices.
Le taux de potasse ⇒	Indique le niveau de restitution par les fèces et les pissats, qui peut dépendre du mode d'exploitation et influencer sur le développement des plantes.
Les taux de Mg et Ca ⇒	Des taux élevés seraient des facteurs favorables au maintien des prairies
La somme des bases échangeables ⇒	Sa valeur traduit l'histoire de la parcelle (date de mise en culture, défriche, apport d'engrais). Plus elle est forte meilleure est le sol et donc elle favorise le maintien de la végétation fourragère.
La capacité d'échange cationique ⇒	Elle indique la capacité à stocker les éléments apportés par les engrais ou amendements. Une valeur élevée favorise le maintien de la prairie
Le taux de saturation ⇒	Il indique la « richesse » chimique du milieu, laquelle détermine l'activité biologique, la qualité de la structure.... : une valeur élevée favorise le maintien de la prairie.
La toxicité aluminique ⇒	Un rapport $Al.T^{-1}$ supérieur à 20% a pour conséquence de limiter le développement des espèces fourragères et surtout d'empêcher leur maintien.

153.3. Pratiques et choix des éleveurs dans l'entretien et l'exploitation des prairies

Ces variables déclinées et les hypothèses correspondantes tiennent compte, outre le savoir des éleveurs (qu'ils m'ont confié), des connaissances issues des travaux réalisés :

- en Guyane : M.-R. Thomassin (1960), B.Vissac & J.-C.Lefevre (1984), M.Vivier (coord.,1985), L.Letteneur & G.Matheron (1991), M.Vivier (1995).

- en d'autres terrains dont les résultats présentent des résultats génériques pertinents pour notre étude, Cf. en Bibliographie aux auteurs suivants : G.Balent, V.Blanfort, J.César, Ph.Daget, D. Dulieu, M.Duru, J.Poissonet.

Tableau n°8 : Variables des pratiques d'entretien des prairies et hypothèses testées.

Variables – facteurs paramètres	Hypothèses – postulats initiaux
La fertilisation azotée ⇒	Si aucune fertilisation azotée n'est pratiquée et qu'il n'y pas de légumineuse dans la prairie la plante connaîtra des problèmes de croissance. L'usage de 3x17 peut être favorable à une croissance à court terme mais en revanche peut favoriser une diminution du pH.
La fertilisation P et K ⇒	Si aucune fertilisation P et K (surtout en P) n'est pratiquée avec des engrais et qu'il n'y a pas d'apport de scories ou de phosphate naturel il y a un risque de défavoriser les espèces fourragères au détriment des adventices locales mieux adaptées aux carences de ces éléments.
L'apport de scories ⇒	Un apport régulier et suffisant (correct) de ce produit favorise le développement des systèmes racinaires des espèces fourragères et supprime (ou diminue) la toxicité aluminique. Cet intrant permet aussi de remonter le pH du sol et donc de favoriser la vie microbienne du sol. L'apport de scories favorise le maintien de la prairie.
L'apport de phosphates naturels ⇒	un apport régulier et suffisant (correct) favorise le développement des espèces fourragères et notamment leur système racinaire et supprime (ou diminue) la toxicité aluminique. Un apport régulier de phosphate favorise le maintien de la prairie.
L'apport de chaux ⇒	remonte le pH, diminue la toxicité aluminique et ainsi favorise le maintien des prairies.
Le rotobroyage ⇒	doit permettre de contrôler la progression des adventices, avec toutefois les risques de produire du bouturage d'adventices et/ou le développement de leur souche.
Le désherbage chimique ⇒	permet de contrôler le développement des adventices notamment celles les plus envahissantes et permet donc aux espèces fourragères d'être dans un rapport de force meilleur pour se maintenir. Toutefois, le désherbage en plein permet certes d'éliminer les mauvaises herbes en place, mais la perturbation qui en résulte peut ensuite favoriser l'apparition de nouvelles adventices. Un traitement localisé est jugé préférable.

Tableau n°9 : Variables des pratiques d'exploitation des prairies et hypothèses testées.

Variables – facteurs paramètres	Hypothèses – postulats initiaux
La rotation ⇒	L'absence de rotation est un facteur de dégradation d'autant plus important que la charge est faible sur de grande surface. Des rotations simplifiées peuvent être dégradantes si la charge n'est pas adaptée.
Période de pâturage (jour et nuit ou uniquement de jour) ⇒	Le pâturage seulement de jour induit une diminution des restitutions et peut donc avoir pour conséquence un bilan négatif des éléments nutritifs.
L'âge moyen de la repousse ⇒	Plus longue est la durée moins la plante s'épuise.

Tableau n°9 (suite) : Variables des pratiques d'exploitation des prairies et hypothèses testées.

La durée de passage	⇒	au delà de 30 jours des risques de surpâturage de certaines espèces sont à craindre alors que d'autres peuvent être sous pâturées, ce qui induit une perturbation générale au niveau de la dynamique de la végétation et ainsi entraîner une multiplication de la flore adventice et la progression des mauvaises herbes les plus envahissantes.
La pression	⇒	Il s'agit du chargement instantané du bétail.ha ⁻¹ soit le nombre de kg de PV.ha ⁻¹ pour la parcelle considérée lorsque le troupeau y est de passage. Une pression trop faible engendre des refus plus ou moins importants qui peuvent se révéler être des "niches" à levées d'adventices. Une pression trop forte peut à la fois surexploiter la ressource et induire un piétinement du sol néfaste au maintien de la prairie.
Le chargement global	⇒	Il s'agit du chargement sur l'ensemble des parcelles situées dans un îlot de pâturage. Il faut éviter le sous pâturage comme le surpâturage : la fourchette considérée comme satisfaisante étant de 700 à 1.100 kg PV.ha ⁻¹ suivant le sol, les espèces fourragères, le niveau d'intrants.
Le chargement total	⇒	Il s'agit du cumul de poids vif.jour ⁻¹ .ha ⁻¹ durant toute l'année dans la parcelle considérée. Une charge importante est préférable à une charge trop faible si toutefois une rotation est respectée.
Le prélèvement théorique	⇒	S'il n'y a pas adéquation entre la productivité de la prairie et le niveau de prélèvement, l'équilibre de la végétation peut être perturbé et se traduire par une dégradation du couvert.

153.4. Variables d'état des prairies auxquelles des liens biométriques sont recherchés

Dégradation : jusqu'à 0,12 degré. La prairie n'est pas considérée comme dégradée, celles entre 0,12 et 0,25 sont considérées comme peu dégradées, entre 0,25 et 0,50 sont moyennement dégradées, et au-dessus de 0,75 sont considérées comme très dégradées.

Salissement : au-delà de 12 espèces différentes d'adventices recensées (dans une surface de 16 m²) la prairie est considérée comme sale, au delà de 15 comme très sale.

La contribution spécifique de la graminée : en dessous de 50% le maintien de la prairie peut être compromis.

La contribution spécifique de la légumineuse : à partir de 20% la légumineuse peut jouer un rôle favorable au maintien de la prairie.

La biomasse produite de la principale graminée installée à 21 j de repousses : de faibles valeurs indiquent à la fois un développement et une croissance trop faible de la plante, d'où à terme un probable problème de pérennité. A l'inverse une trop forte productivité peut indiquer une croissance trop rapide qui risque d'épuiser à terme la plante et de poser aussi des problèmes de pérennité.

154. Protocoles de recueil de l'information

Les approches et méthodes utilisées pour recueillir les informations nécessaires pour élaborer les bases de données étaient différentes suivant l'échelle d'appréciation d'une situation (l'espace) et la durée des phénomènes (temps.). Nous pouvons considérer deux types de méthodes de recueil de l'information suivant les données à obtenir :

- ⇒ Le recueil indirect pour les informations qui concernaient une période antérieure à l'étude (ex. origine des prairies),
- ⇒ Le recueil direct pour les informations pouvant être observées directement sur le terrain.

Le “recueil indirect” consistait à obtenir des informations par entretiens et discussions (le plus souvent informelles) avec différents acteurs du “réseau professionnel local” (Darré, 1996). Parmi les acteurs qui ont été sollicités se trouvaient : les éleveurs (pas seulement ceux dont l'élevage était retenu pour l'étude de terrain), les techniciens du SEBOG, les responsables du Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane (CGERG), les fournisseurs en intrants. A partir de discussions, les informations étaient utilisées pour être “recoupées” afin d'obtenir les données à utiliser.

Des sources écrites ont aussi été utilisées pour “recouper” et “valider” les renseignements recueillis oralement. Nous nous sommes servis :

- d'enquêtes et suivis récents réalisés dans les élevages par leur groupement, les services d'appuis comme le CGERG,
- des comptabilités (avec l'autorisation des éleveurs),
- des inventaires du cheptel établis par le SUAE (Service d'Utilité Agricole et d'Elevage),
- des plans parcellaires (dressés par nos soins),
- des registres des groupements (notamment le SEBOG devenu SCEBOG²¹⁶) sur la commercialisation et l'approvisionnement des adhérents en intrants... etc.

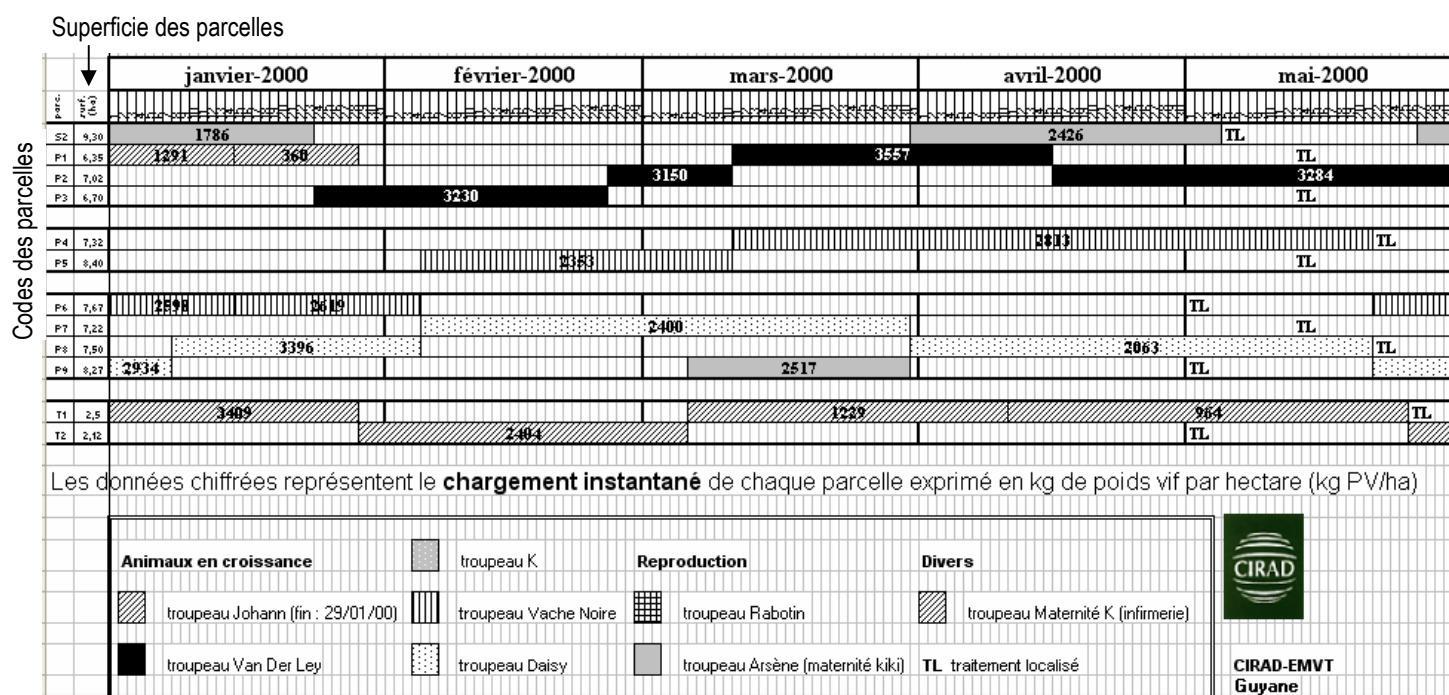


Figure n°91 : exemple de calendrier d'allotement et de rotation avec indication des charges instantanées.

Le “recueil direct” consistait à obtenir les données à partir d'informations observées sur le terrain ou d'informations provenant de résultats d'analyses de prélèvements effectués dans les stations étudiées (analyses de sols, analyses de la composition minérale des végétaux).

Pour les pratiques d'exploitation : des enregistrements dans les élevages du réseau d'étude étaient réalisés pour :

- identifier les îlots de pâturages, leur reconfiguration, idem pour les lots d'animaux,
- suivre les rotations, et les chargements ;

²¹⁶ SEBOG : Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane (groupement de producteurs reconnu par arrêté ministériel en date de novembre 1993), devenu en 1999 SCEBOG : Société Coopérative des Eleveurs Bovins Guyane.

L'extrait d'un tableau de suivi d'un élevage, figure n°91, montre que ce type de calendrier permettait de situer schématiquement les troupeaux.

- ⇒ Les lignes représentent les parcelles de l'exploitation regroupées en îlot d'attribution et de fonction (types d'animaux et assolement avec des troupeaux désignés).
- ⇒ Les informations sur le poids des lots (avec les mouvements d'animaux) permettent d'attribuer à chaque parcelle les chargements instantanés.

Le rythme de passages pour ce suivi était de deux à quatre par mois par élevage du réseau d'étude. Nous passions chez les éleveurs pour réaliser nos propres comptages d'animaux et repérages des lots par parcelle. Observations que nous croisions avec les relevés enregistrés par les éleveurs et discussions avec eux pour vérifications et compléments d'éléments, notamment sur les interventions et travaux menés sur les prairies.

Pour les caractéristiques des stations écologiques retenues par parcelle de prairies nous avons réalisé les opérations suivantes :

Les prélèvements de sol : Nous avons suivis les recommandations de l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF - Fiche établie par J.-C. Taureau, 1987) en retenant la méthode de l'échantillonnage circulaire (cercle d'un rayon de 10 m où l'on effectue 12 prélèvements pour tirer un échantillon). Les prélèvements ont été réalisés à deux profondeurs : 0-15 cm et 20-40 cm. Les échantillons ont été analysés au laboratoire des sols du Centre ORSTOM de Cayenne.

Des appréciations géomorphologiques : Des fiches de descriptions des modelés du relief ont été réalisées. Elles ont été complétées d'appréciations sur la dynamique hydrique qui comprenait notamment la mesure de la profondeur de la couche imperméable dans le sol, afin d'identifier le niveau de blocage du drainage vertical (Cabidoche, 1984).

Les prélèvements de végétation : Afin d'obtenir des repousses ayant le même âge, il a été procédé à une fauche préalable sur 6 zones de plusieurs m² par station. A trois semaines de repousses, dans chacune des zones, la végétation a été coupée sur 1 m². Pour chaque station, toute la végétation coupée (soit sur 6 m²) a fait l'objet d'un tri pour ne conserver que les feuilles vertes des graminées fourragères. Après séchage pendant 48h à 60°C, les échantillons ont été adressés aux laboratoires du CIRAD à Montpellier.

La composition floristique : Pour obtenir la contribution spécifique de certaines plantes ou groupes de plantes (graminées fourragères, légumineuses fourragères, adventices) nous avons suivi la méthode des points quadrats alignés de Daget et Poissonet (1971). Ces contributions spécifiques nous ont permis de calculer le degré de dégradation, le recouvrement des espèces fourragères. Ce travail sur les relevés floristiques servait aussi à établir le cortège de la flore des prairies nécessaire pour décliner le niveau de salissement.

155. Dispositifs supplémentaires

Une étude sur *Mimosa pudica* a fait l'objet de protocoles spécifiques et complémentaires aux autres travaux. Cette espèce envahissante, la plus occurrente et abondante, a été prise comme modèle d'étude. Elle a fait l'objet de deux études particulières :

- Sursemis de *M. pudica* dans des prairies appartenant à des éleveurs (avec mise en défens de pâture la zone sursemée le temps de l'étude) pour le suivis et l'étude des plantules de cette

plantes en fonction du couvert herbacé (chaque plantule a été baguée dans ce dispositif afin d'enregistrer les taux de mortalité).

- Semis sous serre de cette plante afin d'étudier le comportement de ces plantules sous contraintes de différent niveaux d'ombrage et de coupe.

16. Méthodes de traitement des données

16.1. le traitement biométrique

Les variables étudiées sont de deux types fondamentaux sur le plan biométrique : variables à expliquer (paramètres de l'objet d'étude) et variables explicatives (facteurs pouvant avoir une incidences sur l'objet d'étude).

Les variables explicatives, en biométrie, sont à considérer en deux sous-groupes :

- ➔ variables non - contrôlées (ici liées au milieu),
- ➔ variables contrôlées (ici résultant des pratiques de l'éleveur).

La combinaison des mesures effectuées, des exigences statistiques et des réalités agroécologique conduit à l'étude des bases de données croisant les stations / parcelles avec des variables d'état, celles considérées comme non contrôlées (milieu) et celles considérées comme contrôlables – pilotables (pratiques).

Toutes ces variables sont aussi sur le plan statistique de deux ordres :

- ➔ variables quantitatives dites continues (ex. un suivi de chiffres continus comme pour le pH),
- ➔ variables qualitatives discontinues (ex. des classes d'exploitations de pâturage par type de profils de mode d'utilisation des prairies).

Avant le traitement proprement dit des bases de données à chaque campagne, il a été procédé à un examen brut des données par visualisation. A partir d'histogrammes il a été possible de visualiser les données erronées (dus à des erreurs de saisie) qui ont été corrigées. Ensuite les analyses qui ont été effectuées sont toutes de type multivariées. Il a été procédé à des Analyses en Composantes Principales (ACP) pour les variables quantitatives continues.

C'est une méthode essentiellement descriptive qui effectue une ordination des quantités. L'ACP permet de structurer les variables et visualise leurs liaisons (Philippeau, 1992). Par exemple l'ACP sur les variables pédologiques de la première campagne nous a permis dans un premier temps de réaliser des sélections de variables afin d'alléger la matrice de données et d'obtenir un rapport nombre de sites par nombre de variables proche de deux. Les autres ACP ont été effectuées pour rechercher (grâce aux projections) des familles de variables. Ces ACP ont aussi permis d'observer des groupes de sites aux caractéristiques voisines.

L'analyse des variables continues et les variables discrètes (discontinues, exprimées en classes) a conduit pendant longtemps à traiter séparément les variables qualitatives et quantitatives, la synthèse étant le fait de la personne qui doit interpréter les données. (Baran, 1997). Il était toutefois possible de transformer les données des variables quantitatives en variables qualitatives en les transformant et les codant après avoir réalisé un découpage en classes des valeurs des individus (Bouroche et Saporta, 1980).

Le tableau de contingence ainsi réalisé pouvait être traité par une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ou plutôt une extension de cette analyse qui est l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM ou ACM)¹ (Dervin, 1992).

L'inconvénient de cette méthode est la perte d'informations en rendant qualitatif un caractère numérique. Or il existe une méthode statistique multivariée à même de traiter simultanément des variables discrètes et continues : **l'analyse de Hill et Smith**, intermédiaire entre l'Analyse en Composantes Principales et l'Analyse des Correspondances Multiples (Hill, M.O. & Smith, A.J.E. 1976 : Principal component analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters. Taxon : 25, 249-255).

Cette méthode est un cas particulier de l'analyse canonique ; elle maximise, pour l'ensemble des variables envisagées, la moyenne des R^2 entre chaque variable et un score (R^2 étant un carré de corrélation dans le cas des variables quantitatives et un rapport de corrélation pour les variables qualitatives). La valeur propre est alors cette moyenne¹.

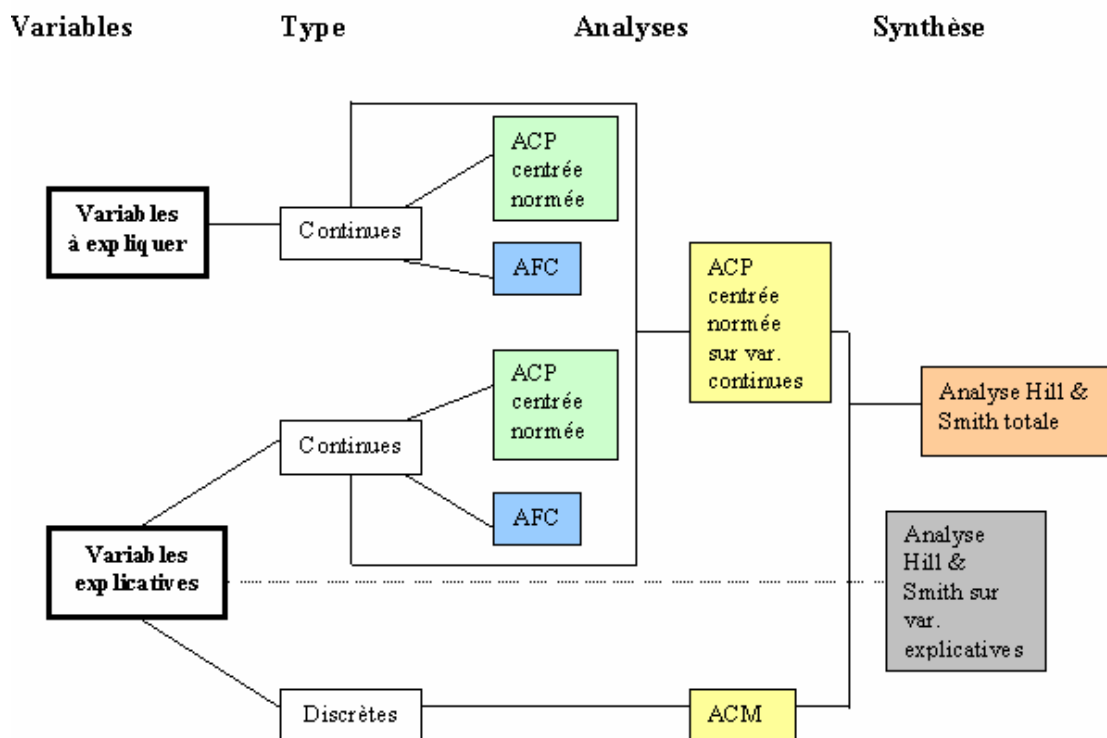


Figure n°92 : les différentes étapes de l'analyse statistique multivariée.

Graphiquement, les plans factoriels issus de cette analyse s'interprètent en termes de structure des variables, donc de distributions, comme une AFC ou une ACM. C'est une analyse qui est donc elle aussi essentiellement descriptive. Outre le fait qu'elle permet de traiter simultanément des variables qualitatives et quantitatives, elle met en évidence, comme d'ailleurs les AFC, les distributions les plus originales quelles que soient les quantités de points originaux.

L'analyse de Hill et Smith n'a été programmée et rendue disponible sur logiciel que très récemment (Cf. doc. correspondante de ADE-4 à URL (Déc 2008) <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/>)

Nos traitements biométriques ont nécessité de procéder par étapes en réalisant d'abord :

- Une ACP (centrée normée) sur les variables continues non redondantes.
- Une analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) sur les variables en classes
- Elles ont été conduites sur les logiciel ADE-4 et R.

Remarques sur nos choix et réflexions biométriques :

L'objectif des analyses sur variables instrumentales (Lebreton *et al.*, 1988a, 1988b, 1991 ; Sabatier *et al.*, 1989) permettent de traiter simultanément deux tableaux de données portant sur les mêmes relevés, en cherchant à expliquer la structure de l'un par l'autre. Ces méthodes sont dites "sous contraintes" car elles contraignent les axes d'ordination à être des combinaisons linéaires des variables du tableau explicatif. Ces analyses s'apparentent aux analyses inter et intra-classes dans le sens où ces dernières sont également des analyses sous contraintes (elles utilisent le temps et l'espace comme des variables instrumentales contrôlant l'analyse).

L'Analyse en Composantes Principales sur Variables Instrumentales (ACPVI –Lebreton *et al.*, 1991) couple deux tableaux X1 et X2 relevant l'un et l'autre d'ACP. Ce type d'approche dissymétrique se heurte à un problème lié à la régression sous-jacente. Pour que cette dernière ait un sens le nombre de variables explicatives q du tableau X2 doit être nettement inférieur au nombre de relevés n ($n > 10q$).

Dans le cas contraire, on réalise en fait l'analyse simple du tableau à expliquer. La prédictibilité du tableau X1 par le tableau X2 peut apparaître comme très bonne alors que la régression n'a pas de sens. Dans cette situation, l'utilisation de méthodes alternatives comme l'analyse de Co-Inertie est plutôt conseillée.

L'analyse de co-inertie a été proposée par Chessel et Mercier (1993), Dolédec et Chessel (1994). C'est une analyse symétrique qui a pour but de rechercher la structure commune à deux tableaux portant sur les mêmes individus ou relevés. Son principe est la recherche d'axes de co-inertie maximisant la covariance entre les coordonnées des projections des lignes de chacun des tableaux, respectivement dans l'espace des p colonnes de X1 et des q colonnes de X2. L'analyse de co-inertie est une méthode de couplage de tableaux qui s'appuie sur le schéma de dualité défini par Escoufier (1987) pour autoriser le couplage des différents types d'analyses multivariées de base (ACP, AFC, ACM...).

Concernant nos données, nous avons considéré qu'il était préférable de passer par des analyses de co-inertie pour coupler deux tableaux pour les raisons suivantes :

- ➔ le nombre de nos relevés peut être insuffisant par rapport aux nombres de variables explicatives,
- ➔ il est préférable de chercher une structure commune à deux tableaux, au lieu d'essayer de donner un caractère explicatif à un des deux tableaux, compte tenu de la complexité de fonctionnement du milieu,
- ➔ nos données contiennent de nombreuses variables qualitatives, et l'acpvi ne permet pas d'introduire des variables qualitatives, seule l'analyse de co-inertie le permet, au travers des ACM.

162. le traitement graphique des données

Des graphiques Bertin ont aussi été réalisés afin de pouvoir effectuer des traitements et interprétations avec des acteurs du "groupe professionnel local" pour qui le traitement mathématique statistique peut apparaître comme rébarbatif. L'utilisation de matrices ordonnables présente l'avantage d'être un outil facilement "appropriable même par des personnes qui ne veulent pas s'investir dans l'outil statistique (Leplaideur, 1982). Hormis le caractère visuel et pédagogique de la présentation des résultats, l'intérêt majeur de ce

traitement est qu'il peut être réalisé collectivement avec tous les acteurs, il n'exclue pas ceux pour qui les statistiques constituent une barrière. Par ailleurs, un autre avantage majeur du traitement graphique des informations est qu'il impose aux scientifiques de communiquer leurs données, seule garantie du sérieux du travail réalisé (Leplaideur, 1982). Ce fait est d'importance car la seule façon de faire passer l'étude au niveau de la confrontation et de l'échange avec des acteurs autres que les pairs de sa discipline scientifique est d'accepter que le phénomène observé et décrit puisse être reproduit par toute autre personne, acteur dans le "réseau professionnel local" (notamment par les éleveurs).

Faire participer des éleveurs au travail du traitement et interprétations des données offre aussi la possibilité de bénéficier de leurs savoirs et connaissances²¹⁷, construits à, partir de multiples domaines d'activités. Le travail du traitement collectif des données peut ainsi fournir une certaine dimension multidisciplinaire. *«Contrairement à ce que l'on s'imagine parfois, les chercheurs sont donc loin d'avoir le monopole de la production des connaissances techniques.»* (Landais et Balent, 1993).

163. Information cartographique

A l'origine de nos études et suivis d'élevage nous avons établi des parcellaires dans chaque exploitation de référence. Les relevés ont été effectués au toposil et à la boussole²¹⁸, Ils étaient ensuite dessinés sur calques à l'échelle 1/5.000.

La numérisation des parcelles est une *«procédure consistant à convertir les données existantes (cartes sur papier, photographies aériennes ou images tramées) sous une forme numérisée en traçant des cartes à l'aide d'un numériseur, la position des objets étant enregistrée au moyen des coordonnées (x, y).»* (Autodesk, 1997).

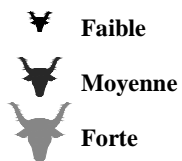
La numérisation a été réalisée sur une table à digitaliser Summagraphics (format A0), les données ont été enregistrées sous Autocad Map. Pour calibrer la table à digitaliser nous avons tracé 3 ou 4 points sur chaque calque avec des coordonnées (x,y) connues (déterminées en fonction de l'échelle) et nous avons choisi une projection orthogonale. Nous avons ensuite «nettoyer» les dessins (avec une tolérance de 4 m) pour supprimer les problèmes et erreurs potentielles afin d'obtenir une image propre à savoir sans doublons (lorsqu'une limite parcellaire est numérisée deux fois), avec des polygones (*«ensemble des liens formant un espace clos»*) bien fermés,... Cette étape est nécessaire avant d'utiliser ces données pour créer une topologie.

²¹⁷ Les organismes scientifiques n'ont pas le monopole ni de la connaissance, ni de la recherche. (Darré, 1996). Au sein des "groupes professionnels locaux" il existe des "paysans-chercheurs" (Röling in Dupré, 1991) dont les savoirs doivent être pris en compte et mis à contribution notamment dans le type d'étude que nous avons réalisée.

²¹⁸ Les GPS en zone tropicale à l'époque présenter des niveaux d'incertitude au minimum de 100 m. De plus les relevés par GPS sont plus délicat en zone équatoriale en raison du faible nombre de satellites pouvant être captés simultanément, une bonne précision en nécessite au moins trois.

Légende des SIC :
Systèmes d'informations
cartographiques des
territoires d'élevage

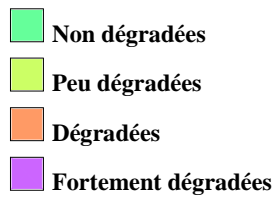
Charge globale



Infrastructures



Etat des prairies

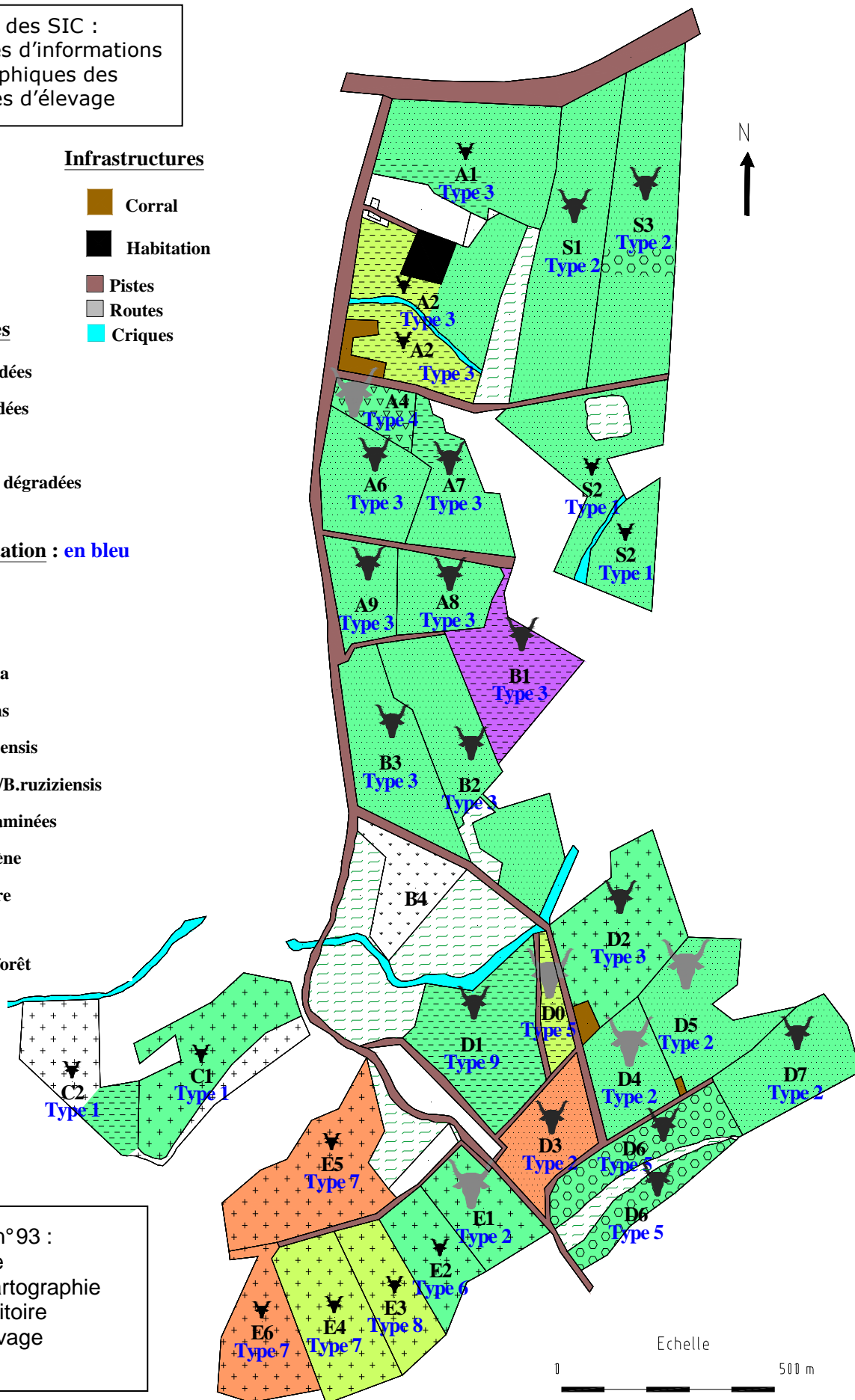


Modes d'exploitation : en bleu

Implantation



Figure n°93 :
Exemple
d'une cartographie
d'un territoire
d'un élevage



La topologie représente « l'ensemble des relations définies entre les liens, les nœuds et les centroïdes. Elle décrit les connexions et les rapports entre les lignes et les polygones et constitue la base des fonctions S.I.G. telles que le tracé d'un réseau et l'analyse spatiale ». (Autodesk, 1997). Lorsque la topologie est de type polygone, on a une représentation de surfaces et de relations entre ces surfaces au moyen de liens et de surfaces closes. Dans une topologie, les centroïdes sont des points ou des blocs contenant des informations sur la surface et le périmètre des polygones. A chaque polygone est affecté un centroïde. Au centroïde peuvent être associées d'autres données au moyen de « tables » (exemple : table parcellaire) dans lesquelles on définit des « champs » comme par exemple le numéro de la parcelle, son propriétaire...

Le langage utilisé est S.Q.L. : langage de requête structuré, conçu dans le but de standardiser la communication avec les bases de données. Les bases de données utilisées sont de type "D Base 3" (enregistrement des fichiers Excel sous ce format). Il faut alors configurer la base de données externe en créant un catalogue, un schéma et un nom de lien (« Link Path Name »). Elles peuvent être de type Access, Oracle. Une fois que le lien avec la base de données est créé, on peut visualiser le contenu de chaque ligne du tableau c'est-à-dire les variables associées à chaque station (valeurs des colonnes) et à chaque centroïde on associe la ligne correspondante grâce à la fonction « Make Link ». Avant de réaliser toute requête, il nous a fallu établir un nouveau dessin et y associer le dessin source.

▪ Requêtes simples

A chaque centroïde, est affecté le nom de la parcelle (l'identifiant) contenu dans la table de la topologie adéquate (table « parcellaire »). Pour les zones non exploitées, un motif est associé à l'identifiant de ces polygones : pour les marais, les zones de forêt et les bâtiments d'exploitation (corral, habitation).

▪ Requêtes thématiques de topologie

Selon la nature des variables, les propriétés à définir sont différentes.

↳ Les variables discrètes ont été les graminées implantées et les types de mode d'exploitation

Le type de requête choisi est celui qui utilise le lien SQL avec la base de données "D base 3".

Il faut définir les propriétés d'affichage. A chaque valeur on associe une couleur ou un motif

Tableau n°10 : Modalités de réalisation des cartes d'informations géographiques => espèces fourragères.

	Remplissage	Echelle	Valeurs	Description (pour la légende)
Implantation	Motif 1	100	1	<i>B. humidicola</i>
	Motif 2	100	2	<i>B. decumbens</i>
	Motif 3	100	3	<i>D. swazilandensis</i>
	Motif 4	200	4	<i>B. brizantha</i> / <i>B. ruziziensis</i>
	Motif 5	150	5	Mélange graminées
	Motif 6	80	6	Non homogène
	Aucun	1	7	Non planté

Pour les modes d'exploitation, chaque type a été affecté au centroïde des parcelles avec un type de police défini (couleur bleue) en utilisant le lien SQL avec la base de données.

↳ Variables continues :

Il a fallu créer des classes et à chaque classe on affecte un nom, une valeur supérieure, un motif, un symbole ou une couleur. Pour le niveau de dégradation, nous avons créé 4 classes, pour le niveau de charge totale.

Tableau n°11 : Modalités de réalisation des cartes d'informations géographiques => degré de dégradation.

	Remplissage	Echelle	Valeurs (supérieures)	Description (pour la légende)
Niveau de dégradation (D) = Etat des prairies	Couleur 1	1	0.12	0 < D < 0.12 non dégradées
	Couleur 2	1	0.25	0.12 < D < 0.25 peu dégradées
	Couleur 3	1	0.50	0.25 < D < 0.50 dégradées
	Couleur 4	1	0.75	0.50 < D < 0.75 fortement dégradées
Charge Totale (ChG)	Symbole ChG 1	1	700	Faible (< 700 kgPV.ha ⁻¹)
	Symbole ChG 2	1	1400	Moyenne (700 - 1400 kgPV.ha ⁻¹)
	Symbole ChG 3	1	2100	Forte (> 1400 kgPV.ha ⁻¹)

2. Spécificités, imbrications et complémentarités des quatre études de la thèse

Au début de cette thèse, nous avons tout d'abord conduit des travaux exploratoires afin de hiérarchiser les facteurs & paramètres liés à la dégradation et au salissement des prairies. Nous avons procédé, dans un premier temps, à un examen large destiné plus particulièrement à estimer l'importance respective des paramètres du milieu et de ceux des choix et des pratiques des éleveurs. [Pages 177 à 236].

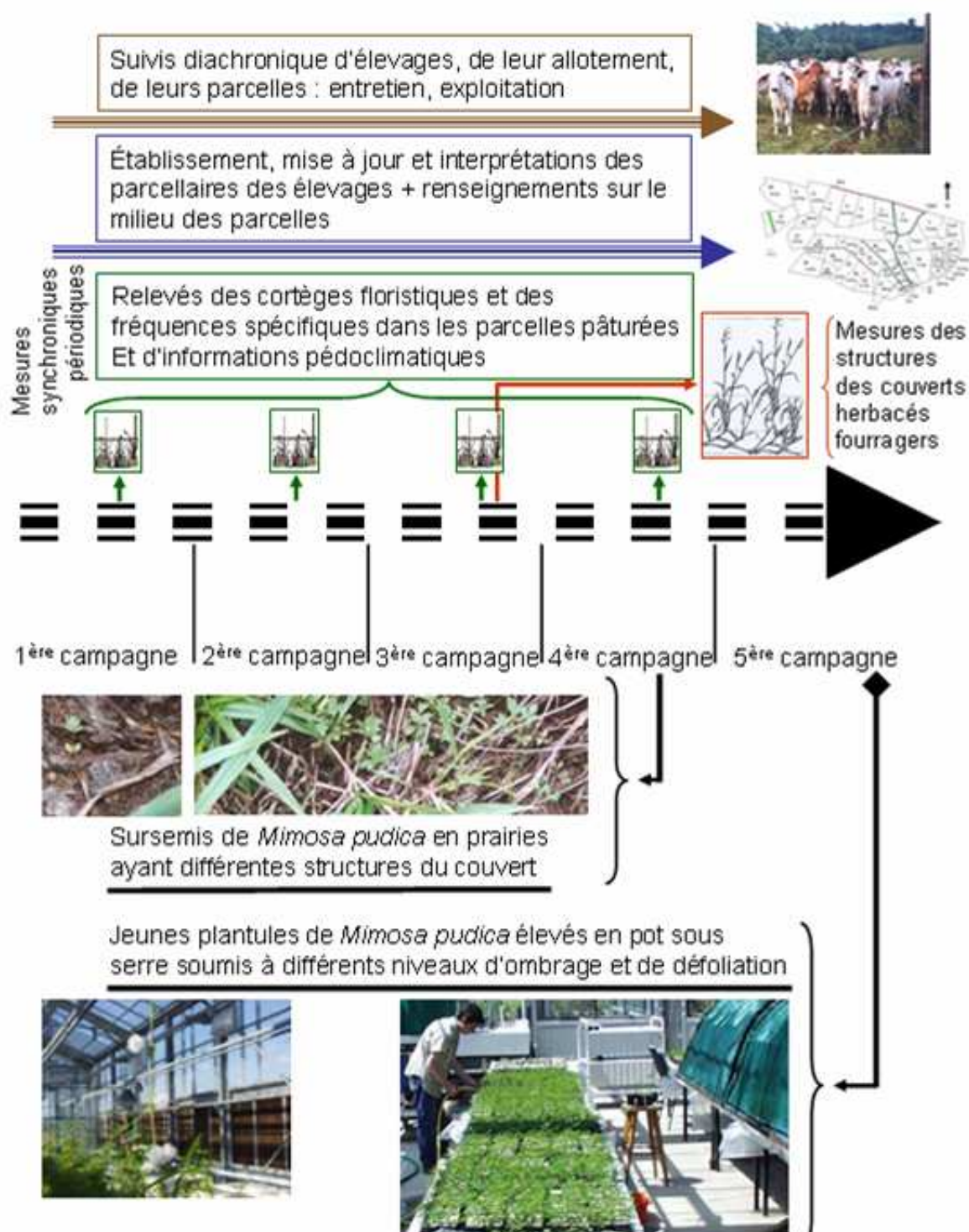


Figure n°94 : Déroulement des travaux et cohérence des recherches pour l'étude générale

A partir des résultats acquis lors de la 1ère campagne, nous avons étudié, à l'occasion d'une 2^{ème} campagne, plus spécifiquement les facteurs les plus liés à l'état des couverts herbacés. Certaines caractéristiques ont fait l'objet d'un exercice plus approfondi (avec un affinement de certains "points - éléments" et une multiplication de leurs variables). Néanmoins, un panel large de critères a été associé, dans cette seconde campagne, pour valider les tendances perçues (l'année précédente) notamment dans le rapport des influences de paramètres du milieu avec ceux des pratiques. Par ce "travail affiné" a pu être d'identifié des conjugaisons de facteurs pouvant engendrer une synergie d'effets sur l'état de couvert prairial. Les résultats de ces deux étapes basées sur le croisement multifactoriel des paramètres milieu x pratiques sont présentés, développés dans la section de résultats intitulés : **"Identification et hiérarchisation des facteurs pouvant être liés à la de dégradation des prairies"** [Pages 177 à 236]

Une deuxième section de résultats s'intitule : **"La structure du couvert fourrager : un moyen pour modéliser l'effet des pratiques agricoles sur l'abondance de plantes invasives indésirables"** à tenu compte des résultats issus des analyses entre les facteurs caractérisant l'état des prairies croisés avec ceux pouvant influencer l'état des prairies. [Pages 237 à 268]. Nous avons recherché des repères identifiables pouvant indiquer des évolutions potentielles du couvert herbacé des prairies. Ce travail a été conduit en tenant plus compte du phénomène écologique classique de "concurrence" au niveau du couvert herbacé. Ainsi nous avons été amené à un questionnement entre la structure du couvert fourrager et la présence des adventices. Nous avons considéré que des structures fourragères denses et épaisses seraient en mesure de limiter le recrutement de jeunes plantules d'adventices. Ce fut un des axes de recherche de cette partie. En parallèle nous avons mené un travail sur les relations - incidences des facteurs du milieu et des pratiques sur les caractéristiques (densité – épaisseur) d'un couvert herbacé fourrager. L'ensemble de cette étude a cherché à montrer l'incidence des structures du couvert fourrager avec les niveaux de dégradation et de salissement en montrant l'état des relations : Facteurs pouvant agir sur la structure ; Facteurs liés à l'état des prairies ; L'état des prairies suivant les structures.

Pour caractériser les structures de couverts fourragers, nous avons établi un protocole de mesures et d'observation spécifique à notre étude, basé sur l'enregistrement de biomasse volumique, hauteur du toit herbeux, densité spécifique des organes des plantes fourragères par une méthode adapté des points quadras à plusieurs hauteurs de la végétation.

La troisième section de résultats s'intitule : **"Sensibilité à l'ombrage et à la défoliation d'une adventice majeure (*Mimosa pudica*), pris comme modèle au stade plantule juvénile"**. Dans le prolongement de l'étude sur la structure des couverts herbacés fourragers, nous avons souhaité relever précisément les variables pouvant nuire au développement de plantules d'adventices sous certains couverts. [Pages 270 à 300]. Au préalable, nous avons retenu comme modèle une adventice spécifique. Ce choix s'est effectué à partir de nos relevés floristiques, suivant l'abondance et l'occurrence des adventices des prairies étudiées.

Le stade plantule nous est apparu comme le plus pertinent. Lors de nos suivis de parcelles, nous avons noté que même par des traitements herbicides qui peuvent éliminer les pieds adultes des adventices envahissantes, il reste un stock semencier de ces adventices dans le sol (seed bank) qui fournissent des plantules aptes rapidement à remplacer les pieds adultes détruits. Après étude du cycle écologique des adventices majeures, nous avons émis comme remarque que le seul stade sensible de ces plantes est leur période pré – émergente.

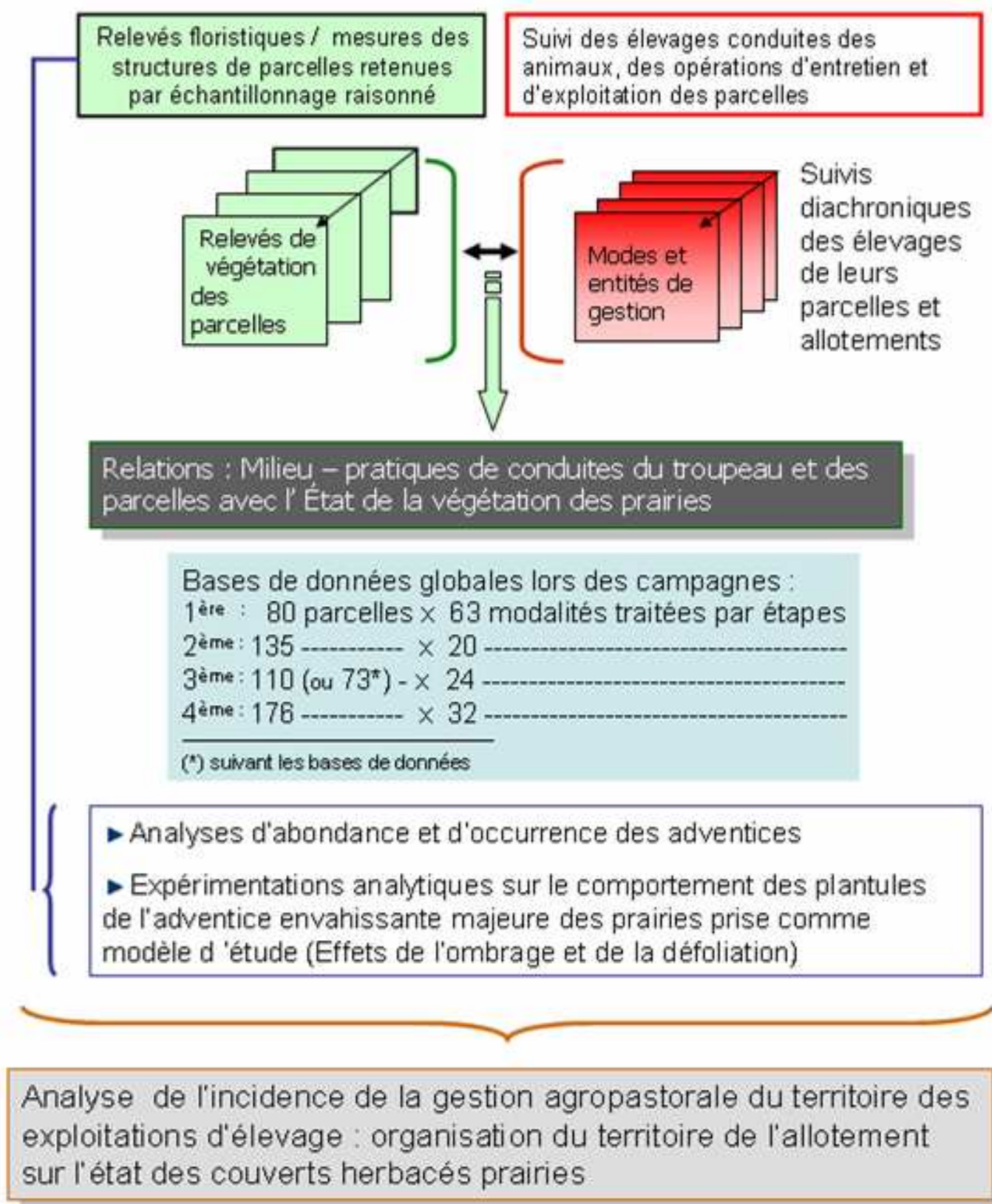


Figure n°95 : Relations et intégration des recherches dans l'ensemble de l'étude

Les traits marquants des principales espèces envahissantes se caractérisent par leur forte aptitude à se reproduire : reproduction végétale (drageonnage, bouturage après le passage d'un rotobroyeur – gyrobroyeur), floraison et grenaison toute l'année.

Les résultats présentés, sur la sensibilité des adventices, sont issus de deux principaux dispositifs d'études expérimentaux :

- des sursemis de l'adventice modèle ont été réalisés dans des zones de prairies d'élevage mis en défend de pâture (le temps de l'étude). Les sursemis se sont réalisés dans différents types de couvert (tenant compte des espèces fourragères et de la structure du couvert),
- des élevages de plants d'adventices en pots sous serre ont été réalisés en milieu contrôlé avec différents niveaux d'ombrage et de défoliation (pour simuler différents effets de structure de couvert herbacé fourrager et d'éventuel prélèvement par des animaux).

La quatrième section de résultats s'intitule : **"Conception et diagnostic des conduites agropastorales des prairies et contrôle des plantes invasives"**. [Pages 301 à 350].

Nous avons considéré que l'entrée "aménagement et structure" du parcellaire permettait un premier niveau de compréhension de l'organisation des élevages. Elle se traduit par les modalités d'allotement. Choix raisonné par les stratégies de conduite du bétail et de sa reproduction et des caractéristiques de ressources des parcelles au cours de l'année.

A ce stade de l'étude nous étions en mesure de situer les niveaux de risques d'altération des prairies. Nous avons souhaité apprécier les possibilités d'ajustements des éleveurs dans leur organisation générale. Notre questionnaire portait sur la possibilité d'identifier les parcelles ne pouvant être conduites que par des pratiques à risque et d'autres pouvant exploitées par des itinéraires favorisant la résilience du couvert herbacé fourrager.

Nous avons aussi apprécié suivant l'organisation du cheptel, du territoire et des choix – objectifs de l'éleveur, comment des ajustements pouvaient s'établir, même pour les prairies ne pouvant être que très perturbées (parcelles à proximité des corrals, des habitations...). Cette étude a fait l'objet d'une enquête quasi exhaustive des prairies des élevages suivis afin de mieux saisir les fonctions attribuées aux parcelles compte tenu de leur composition, leur accessibilité, leur ressource en eau au cours de l'année...

3. Identification et hiérarchisation des facteurs pouvant être liés à la dégradation des prairies

Cette section présente nos travaux et résultats principalement issus des deux premières campagnes

31. Introduction

La prairie en Guyane, source presque exclusive de l'alimentation du bétail en Guyane, présente des taux de dégradation et de salissement élevés. Environ deux tiers des surfaces de pâturage peuvent être qualifiées de dégradées. Les prairies dégradées se rencontrent sur l'ensemble de la zone d'élevage, dans tous les milieux biophysiques et dans tous les élevages. Toutefois le taux de surface dégradée s'avère variable suivant les élevages.

Au-delà de ce constat qui porte sur une situation instantanée, nous avons surtout relevé que dans les prairies qualifiées de saines (ayant un taux de couverture fourragère du couvert des prairies supérieures à 80 %), certaines se maintenaient dans cet état depuis plus de dix ans (voir vingt ans). La principale difficulté rencontrée par les éleveurs était justement de maintenir un état de couverture fourragère élevé le plus longtemps possible. Lors de nos premières prospections, nous avons relevé que la majorité des prairies qualifiées de saines étaient soit des prairies qui avaient fait l'objet d'une (ou même plusieurs) reprise complète (retournement, re-semis...) soit faisaient l'objet de passages fréquents de rotobroyeur – gyrobroyeur. Dans l'état des savoir-faire et connaissances techniques, seul une minorité d'éleveurs pouvait maintenir une offre fourragère par le pâturage suffisante pour couvrir les besoins de leur cheptel. Même pour cette minorité, les interventions techniques présentaient des coûts élevés. De plus, les opérations techniques utilisées à l'époque, présentaient pour la plupart des effets efficaces qu'à court terme. La demande sociale était de trouver des combinaisons techniques moins chères, moins dépendantes de moyens mécaniques lourds et dont les effets peuvent se pérenniser. Après reformulation avec nos partenaires, notamment avec les éleveurs, nous avons convenu que la demande portait, après réflexions, sur une maîtrise générale de ces adventices envahissantes, à commencer par les aspects préventifs. Ainsi notre question générale a porté sur les conditions et les paramètres qui pouvaient influencer sur l'émergence et la progression des adventices envahissantes dans les prairies.

Dans une première phase nous avons conduit une étude exploratoire comprenant un grand nombre de variables (mentionnées précédemment), afin d'identifier les facteurs majeurs liés aux états du couvert des prairies. Nous avons comme principale hypothèse que les éléments du milieu jouaient moins que ceux induits par les pratiques d'élevage. Suite à cette phase exploratoire, nous avons procédé à une deuxième phase (deuxième campagne) centrée sur un nombre plus limité de variables et particulièrement sur ceux qui s'étaient avérés comme étant les plus liés aux différents niveaux de dégradation et de salissement des prairies.

Cette recherche avait pour objectif à la fois de hiérarchiser les facteurs liés à l'état des prairies et aussi de repérer ceux, qui en combinaison, présentaient de fortes synergies. Le but opérationnel était d'acquérir des informations nécessaires pour ajuster les moyens de lutte disponibles, mettre au point des procédés de lutte intégrée efficace. La finalité, à ce stade, était de situer les points essentiels pouvant rentrer en compte dans le système fonctionnel du processus de dégradation des prairies. Les acquis obtenus ont permis d'instruire les travaux sur le pilotage des prairies pour le contrôle des plantes envahissantes suivant des indicateurs, l'écologie des adventices, l'organisation technique et territoriale des élevages (travaux et études présentés dans les subdivisions suivantes de la partie III : sections 4, 5 & 6).

32. Matériel, Méthodes et dispositifs

Les choix méthodologiques et les dispositifs de ces premières recherches ont été décrits dans la « section 1 » de la partie III.

321. Sources des informations enregistrées (rappel)

- éléments rétrospectifs à partir de discussions avec les éleveurs des exploitations suivies et avec des agents de leurs services d'encadrement (syndicat groupement de producteurs et Centre de gestion et d'économie rurale), notamment sur les méthodes et modalités de mise en place des prairies, par questionnements ponctuels,
- conditions de conduite des troupeaux, allotement, modalités de réorganisations des lots, affectations des lots dans les parcelles, îlots de parcelles, par suivis dans la durée,
- modes de gestion et d'exploitation des parcelles pâturées, par suivis dans la durée,
- relevés floristiques en période de « pic » d'expression de son cortège pour enregistrer les fréquences spécifiques (l'état de la végétation) et la flore en présence (cortège).

322. Caractéristiques des données

Les variables étudiées (Cf. partie III section 153) sont de deux types (sur le plan biométrique) fondamentaux : variables à expliquer et variables explicatives. Elles se classent en trois groupes agroécologiques :

- variables non - contrôlées (liées au milieu biophysique),
- variables contrôlées (résultant des pratiques de l'éleveur),
- variables d'état qui caractérisent notre objet de recherche => le relevé floristique et le couvert de la végétation des prairies pâturées.

323. Pré - traitements des données et des variables

Préalablement aux traitements de chaque base de données, nous avons procédé :

A] => à un examen brut des données par visualisation (figure n°96). A partir d'histogrammes il a été possible de visualiser les données erronées (dus à des erreurs de saisie) qui ont été corrigées.

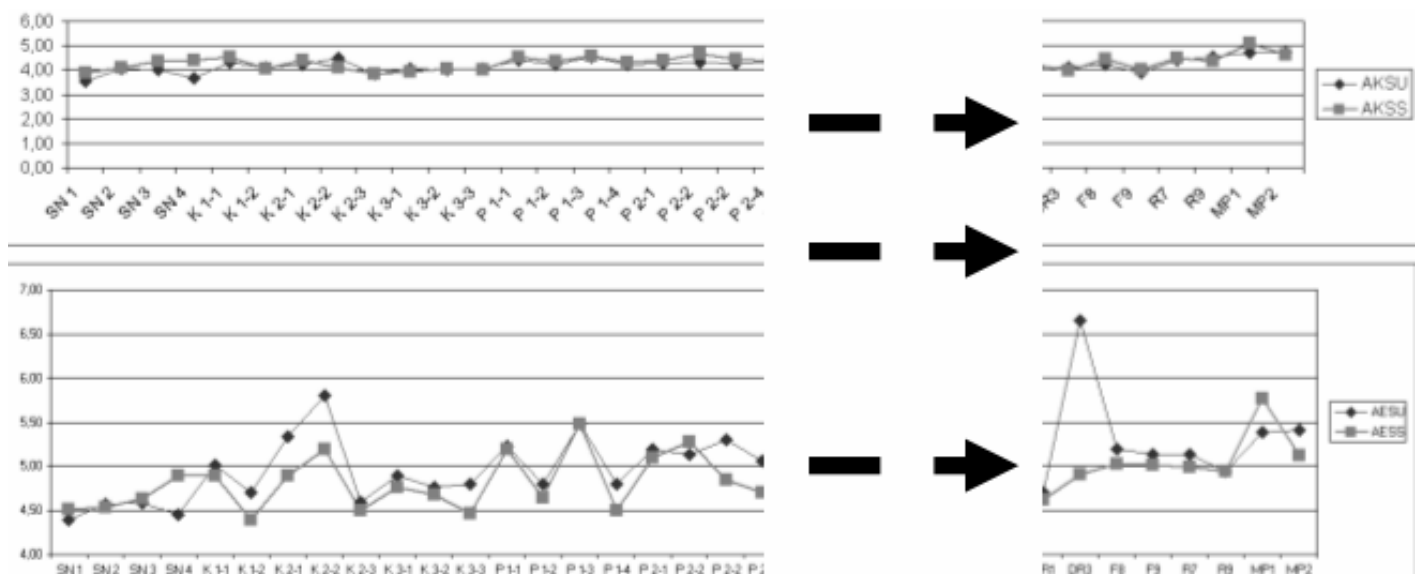


Figure n°96 : Exemples d'histogrammes utilisés pour un examen brut des données.

Sélection des variables sur les caractéristiques chimiques et physico-chimiques du sol.

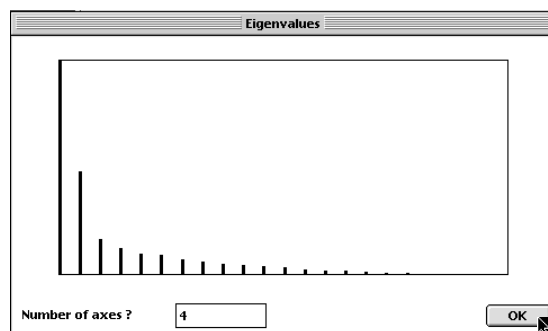


Figure n°97 : Histogramme des valeurs propres cas de l'ACP des variables du milieu.

Tableau n° 12 : variables et codes sur le milieu de la 1^{ère} campagnes

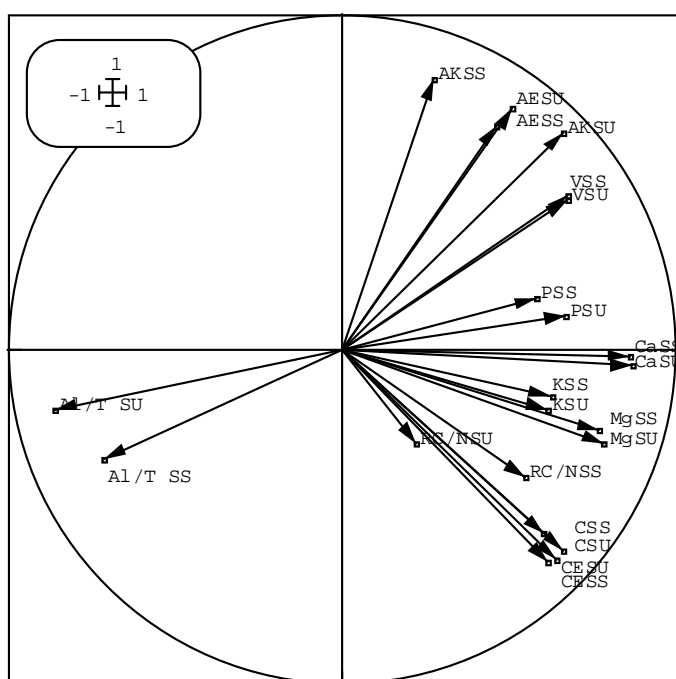


Figure n°98 : Plan factoriel F1-F2 de l'ACP des variables du milieu

Nombre d'années depuis l'implantation	Ans depuis 1e implan
pH KCl à 0-15cm	AKSU
pH KCl à 20-40cm	AKSS
pH eau à 0-15cm	AESU
pH eau à 20-40cm	AESS
Taux de C à 0-15cm (%)	CSU
Taux de C à 20-40cm (%)	CSS
Rapport C/N à 0-15cm	RC/NSU
Rapport C/N à 20-40cm	RC/NSS
Phosphate à 0-15cm (meq/100g)	PSU
Phosphate à 20-40cm (meq/100g)	PSS
Potassium à 0-15cm (meq/100g)	KSU
Potassium à 20-40cm (meq/100g)	KSS
Magnésium à 0-15cm (meq/100g)	MgSU
Magnésium à 20-40cm (meq/100g)	MgSS
Calcium à 0-15cm (meq/100g)	CaSU
Calcium (meq/100g) à 20-40cm	CaSS
CEC (ou T) à 0-15cm (meq/100g)	CESU
CEC (ou T) à 20-40cm (meq/100g)	CESS
Taux de saturation du sol à 0-15cm (%)	VSU
Taux de saturation du sol à 20-40cm (%)	VSS
Rapport Al/T à 0-15cm (%)	Al/T SU
Rapport Al/T à 20-40cm (%)	Al/T SS
Profondeur de la couche imperméable (cm)	Prof. gley

L'analyse a fait clairement apparaître la redondance des variables suivantes :

AESU et AESS ; VSU et VSS ; PSU et PSS ; CaSU et CaSS ; KSU et KSS ; MgSU et MgSS ; CSS, CSU, CESU, et CESS ; Al/TSU et Al/T SS.

Ceci est confirmé par l'analyse de la matrice des corrélations (Cf. la matrice de corrélation tableau IV)

RC/NSU et RC/NSS sont proches sur le plan factoriel mais aucune de ces deux variables ne doit être supprimée car leur proximité apparente est le fait de leur projection sur un plan, alors que dans l'espace des variables elles sont distantes, comme en témoigne leur coefficient de corrélation faible.

D'un point de vue statistique, nous n'avons gardé pour ces couples redondants qu'une variable sur deux, au choix. Pour des raisons pratiques, nous avons préféré ne garder que les variables de surface, à savoir : AESU, VSU, PSU, CaSU, KSU, MgSU, Al/TSU, CSU.

Les seules variables dont les valeurs du sol de surface et du sol de profondeur sont significativement différentes sont : AKSS et AKSU ; RC/NSU et RC/NSS.

B] => des analyses préliminaires des variables agroécologiques qui ont permis de faire apparaître que :

- Les quatre stations des savanes spontanées (naturelles) et deux stations de deux parcelles, dont l'implantation était inférieure à un an, ne pouvaient pas fournir toutes les informations nécessaires à l'élaboration de la base de données à traiter. Par conséquent elles ont été retirées de la base de traitements.
- Le couplage explicatif : Milieu X Agronomie => Etat, nécessite d'avoir en vis-à-vis des tableaux de même dimension verticale (lignes / stations en commun). Par conséquent, même si l'on disposait de toutes données sur le milieu biophysique pour ces stations, celles-ci ne pouvaient pas être utilisées lors du couplage des différents types de variables. Nous avons donc fait le choix de ne pas les prendre en compte lors du traitement de l'ensemble des variables non contrôlées.
- Des variables apportaient peu d'informations pertinentes et discriminantes ou redondantes. Elles ont été éliminées de la base de données définitives pour ne pas brouiller les analyses - projections factorielles et obtenir un ration : nombre de variables (ou modalités) par nombre d'individus (stations) plus élevé (> à 2).

Exemples des informations issues des analyses de sols qui ont été effectuées sur des échantillons de terre issus de prélèvements réalisés à deux profondeurs : 0-10 cm (profondeur qualifiée de surface : SU) et à 20-40 cm (profondeur qualifiée de sous-sol : SS).

Ce premier traitement a donc pour but de détecter les variables redondantes pour les éliminer et ainsi réduire au minimum le nombre de variables²¹⁹. Ce travail a porté sur des variables continues d'unités différentes (et d'ordres de grandeur différents) il a donc fallu effectuer une approche exploratoire par ACP *normée* (le nuage a été par ailleurs replacé à l'origine des axes par centrage)

Pour réaliser ce tri, nous avons procédé à des Analyses en Composantes Principales (ACP) pour les variables quantitatives continues. C'est une méthode essentiellement descriptive qui effectue une ordination des quantités²¹⁹. Une ACP sur certaines variables, notamment pédologiques (Fig. n° 98) nous a permis d'alléger le nombre de variables. Les autres ACP ont été effectuées pour rechercher (grâce aux projections) des familles de variables. Ces ACP ont aussi permis d'observer des groupes de sites aux caractéristiques voisines.

Sur le plan statistique, les variables sont à considérer soit comme des variables continues, soit des variables discrètes discontinues, exprimées en classes. Ceci a conduit pendant longtemps à traiter séparément les variables qualitatives (discrètes) et quantitatives (continues), la synthèse étant le fait de la personne qui doit interpréter les projections factorielles.

Il est toutefois possible de transformer les données des variables quantitatives en variables qualitatives en les transformant et les codant après avoir réalisé un découpage en classes des valeurs des individus (Bouroche et Saporta, 1980). Le tableau de contingence ainsi réalisé pouvait être traité par une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) ou plutôt une extension de cette analyse qui est l'Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM ou ACM²²⁰) (Dervin, 1992).

Nous avons aussi tenu compte des corrélations directes entre variable, notamment pour les variables du milieu (Voir le Tab. n°13 : corrélations des variables continues du milieu).

²¹⁹ L'ACP permet de structurer les variables et visualise leurs liaisons (Philippeau, 1992).

²²⁰ Alors que l'AFC met en correspondance deux ensembles de caractères (l'ensemble I des lignes et l'ensemble J des colonnes), l'AFCM croise un ensemble, celui des lignes, avec un second ensemble, celui des modalités de réponses à plusieurs "questions" (Dervin, 1992). Il s'agit sur l'aspect méthode à une généralisation de l'analyse canonique (Bouroche et Saporta, 1980).

Chaque ligne = une parcelle

Tableau 13 : Matrice des corrélations des variables continues du

	AKSU	AKSS	AESU	AESS	CSU	CSS	RC/NSU	RC/NSS	PSU	PSS	KSU	KSS	MgSU	MgSS	CaSU	CaSS	CESU	CESS	VSU	VSS	Al/T SU	Al/T SS
AKSU	1000																					
AKSS	667	1000																				
AESU	857	592	1000																			
AESS	616	710	732	1000																		
CSU	76	-258	-91	-81	1000																	
CSS	74	-268	-80	-89	833	1000																
RC/NSU	-69	-59	-31	7	378	220	1000															
RC/NSS	88	-83	13	35	595	693	476	1000														
PSU	523	147	456	280	381	414	19	335	1000													
PSS	437	398	319	372	301	247	91	209	230	1000												
KSU	252	-38	213	124	403	360	23	281	455	307	1000											
KSS	231	56	143	215	358	320	62	306	467	279	763	1000										
MgSU	352	-10	206	174	631	513	230	432	400	414	515	444	1000									
MgSS	336	70	157	229	569	488	168	399	389	409	405	611	823	1000								
CaSU	555	63	431	271	575	517	180	464	653	416	540	446	729	618	1000							
CaSS	514	179	382	386	510	436	213	431	503	419	422	604	711	806	834	1000						
CESU	33	-291	-84	-72	790	658	233	474	305	388	505	438	673	640	558	533	1000					
CESS	-1	-312	-114	-40	778	656	217	455	278	328	502	457	657	644	504	523	945	1000				
VSU	706	386	654	554	191	156	-25	184	565	386	388	281	411	305	717	574	87	123	1000			
VSS	677	494	596	589	117	118	-60	170	495	463	352	498	322	445	561	693	180	130	695	1000		
Al/T SU	-811	-378	-632	-441	-580	-496	-176	-406	-596	-460	-466	-384	-588	-501	-720	-630	-426	-407	-648	-528	1000	
Al/T SS	-711	-696	-507	-565	-375	-414	-202	-439	-381	-543	-222	-289	-426	-461	-473	-527	-230	-183	-437	-520	747	1000

324. Pré – traitements des sites – parcelles - stations

Initialement 62 variables (ou modalités) ont été retenues. Les relevés et recueils d'informations ont concernées initialement 80 stations (parcelles) choisies dans onze élevages et dans quatre savanes spontanées non exploitées (pour disposer d'informations comparatives avec les prairies installées exploitées)²²¹.

Elimination de sites : Lors des examens préliminaires des variables agronomiques il est apparu que les quatre stations en savanes naturelles et celles dans des prairies justes mises en valeur avant la prise de mesure ne fournissaient pas d'éléments pour répondre à la problématique posée ("effets des pratiques sur l'état des prairies"). Elles ne fournissaient pas tous les éléments (variables) pour répondre à la problématique ("effet des pratiques sur l'état des prairies"). Par conséquent elles ne figurent pas dans les analyses finales globales.

D'autre part le couplage explicatif : "Milieu X Agronomie => Etat" a nécessité d'avoir en vis-à-vis des tableaux de même dimension verticale (lignes = stations en commun). Par conséquent, même si l'on disposait de données sur le milieu pour ces parcelles, celles-ci ne pouvaient pas être utilisées lors du couplage des différents types de variables. Nous avons donc fait le choix de ne pas prendre en compte ces stations lors du traitement de l'ensemble des variables non contrôlées.

325. Analyses multivariées descriptives par étapes

Les analyses ont été réalisées par étapes, cela s'est traduit par un examen particulier par type de :

- ➔ variables liées au milieu (non contrôlées par l'éleveur),
- ➔ variables liées aux pratiques (contrôlées par l'éleveur),
- ➔ variables liées à l'état des prairies (d'état).

Puis est réalisé un examen global et de synthèse de l'ensemble des variables. Lors des deux premières étapes, les variables continues (quantitatives) et les variables discrètes (qualitatives) ont d'abord été examinées séparément avant d'être analysées globalement.

326. Point méthodologique sur les analyses factorielles

Rappel : L'inconvénient de cette méthode ACM (AFCM), est la perte d'informations en rendant qualitatif un caractère numérique. Or il existe une méthode statistique multivariée à même de traiter simultanément des variables discrètes et continues : l'analyse de Hill et Smith, intermédiaire entre l'Analyse en Composantes Principales et l'Analyse des Correspondances Multiples (Hill, M.O. & Smith, 1976²²²).

Depuis une quinzaine d'années, cette méthode d'analyse²²³ a été vulgarisée (grâce notamment à la disponibilité de logiciels adaptés, notamment "ADE4" et "R"). Graphiquement, les plans factoriels issus de cette analyse s'interprètent en termes de structure des variables, donc de distributions, comme une AFC ou une ACM. C'est une analyse qui est donc elle aussi essentiellement descriptive. Outre le fait qu'elle permet de traiter simultanément des variables qualitatives et quantitatives, elle met en évidence, comme d'ailleurs les AFC, les distributions les plus originales quelles que soient les quantités de points originaux.

²²¹ Cf. partie III points 14 & 15. Paramètres et mesures attendus des dispositifs mis en place.

²²² Multiples (Hill, M.O. & Smith, A.J.E. 1976 : Principal component analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters. Taxon : 25, 249-255).

²²³ Cette méthode est un cas particulier de l'analyse canonique ; elle maximise, pour l'ensemble des variables envisagées, la moyenne des R^2 entre chaque variable et un score (R^2 étant un carré de corrélation dans le cas des variables quantitatives et un rapport de corrélation pour les variables qualitatives). La valeur propre est alors cette moyenne.

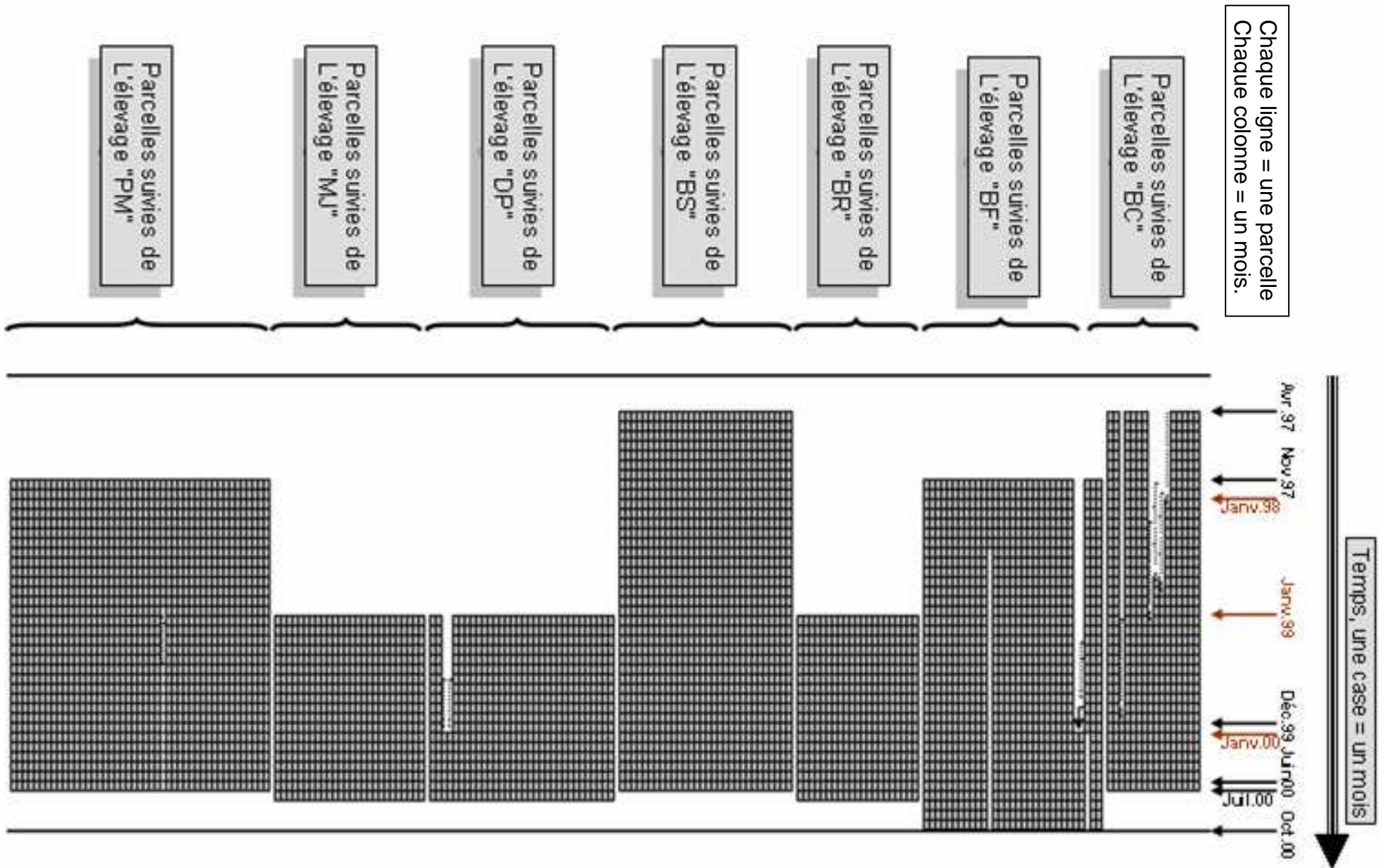


Figure n°99 : Schéma du calendrier de suivis des p arcelles par élevage ; Suivis qui ont permis d'établir les profils d'exploitation par le pâturage.

Le traitement a nécessité de procéder par étapes en réalisant d'abord :

- **Une ACP (centrée normée) sur les variables continues non redondantes,**
- **Une analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) sur les variables en classes**

Les analyses factorielles multivariées ont été réalisées en plusieurs étapes, cela s'est traduit par un examen particulier par type de variables, celles liées :

- ↳ **au milieu ("non contrôlées par l'éleveur"),**
- ↳ **aux pratiques ("contrôlées par l'éleveur"),**
- ↳ **à l'état des prairies ("d'état").**

puis un examen global et de synthèse de l'ensemble des variables.

Lors des deux premières étapes, les variables continues et les variables discrètes ont d'abord été examinées séparément avant d'être analysées globalement.

Une analyse biométrique pour nos bases de données ne peut pas croiser directement toutes les variables (avec les sites). La procédure par étape permet de saisir les relations de forts positionnements des variables (et d'interrelations) entre groupes thématiques de variables. Cette méthodologie permet d'acquérir des repères nécessaires pour interpréter de façon pertinente la l'analyse globale.

327. Caractérisation des modalités d'exploitation des pâturages

Nous avons été amené à typer des modes de pâturages pour tenir compte des variantes spécifiques des conduites qui ne peuvent se traduire à travers les variables ou médianes des critères comme :

- ↳ **niveau de chargement lors de la saison,**
- ↳ **moyenne des chargements instantanés,**
- ↳ **durée de passage sur une parcelle,**
- ↳ **durée de repousse, de repos entre deux passages.**

Ces critères ont fait l'objet d'analyses croisées multivariées. Les projections factorielles qui en ont été issues n'ont pas permis d'identifier les relations entre ces données et les paramètres d'état de la végétation prairial. L'utilisation de ces données sur les conduites par des moyennes et des médianes nous a montré qu'ainsi l'information était trop écrasée.

Sept élevages ont été suivis périodiquement pour l'enregistrement des informations suivantes :

- ↳ **allotement, et leurs ajustements, déplacement d'animaux d'un lot à l'autre, ajout & retrait d'animaux dans chaque lot,**
- ↳ **estimation du poids vif de chaque lot,**
- ↳ **durée de passage des lots dans les parcelles,**
- ↳ **durée de repos, repousse des parcelles.**

*Deux élevages ont été suivis d'avril 1997 à juillet 2000
Deux élevages ont été suivis à partir de novembre 1997, jusqu'à octobre 2000 pour l'un et juin 2000 pour l'autre.
Trois élevages on été suivis de janvier 1999 à juillet 2000*

La recherche d'expressions pertinentes de ces informations²²⁴, sur l'exploitation de pâturages, nous a amené à avoir recours à des graphes exprimant en ordonnée le niveau de poids vif.ha⁻¹ et en abscisse le temps.

²²⁴ Réflexion qui a été induite lors d'une séance de travail avec Bernard Hubert et Nathalie Girard.

Une fois établi les graphes de toutes les parcelles, nous avons procédé à leur regroupement suivant leur similitude de "profil d'exploitation". Ils se distinguent essentiellement par les grands traits suivants :

- le niveau des charges instantanées et leurs variations au cours du temps,
- la durée des passages des lots et leurs variations,
- la durée des temps de repos des parcelles et leur régularité,
- le recours au pâturage mixte (bovin et équin).

Voir ci-dessous des exemples de neuf profils de "pâturage types" figure n°100

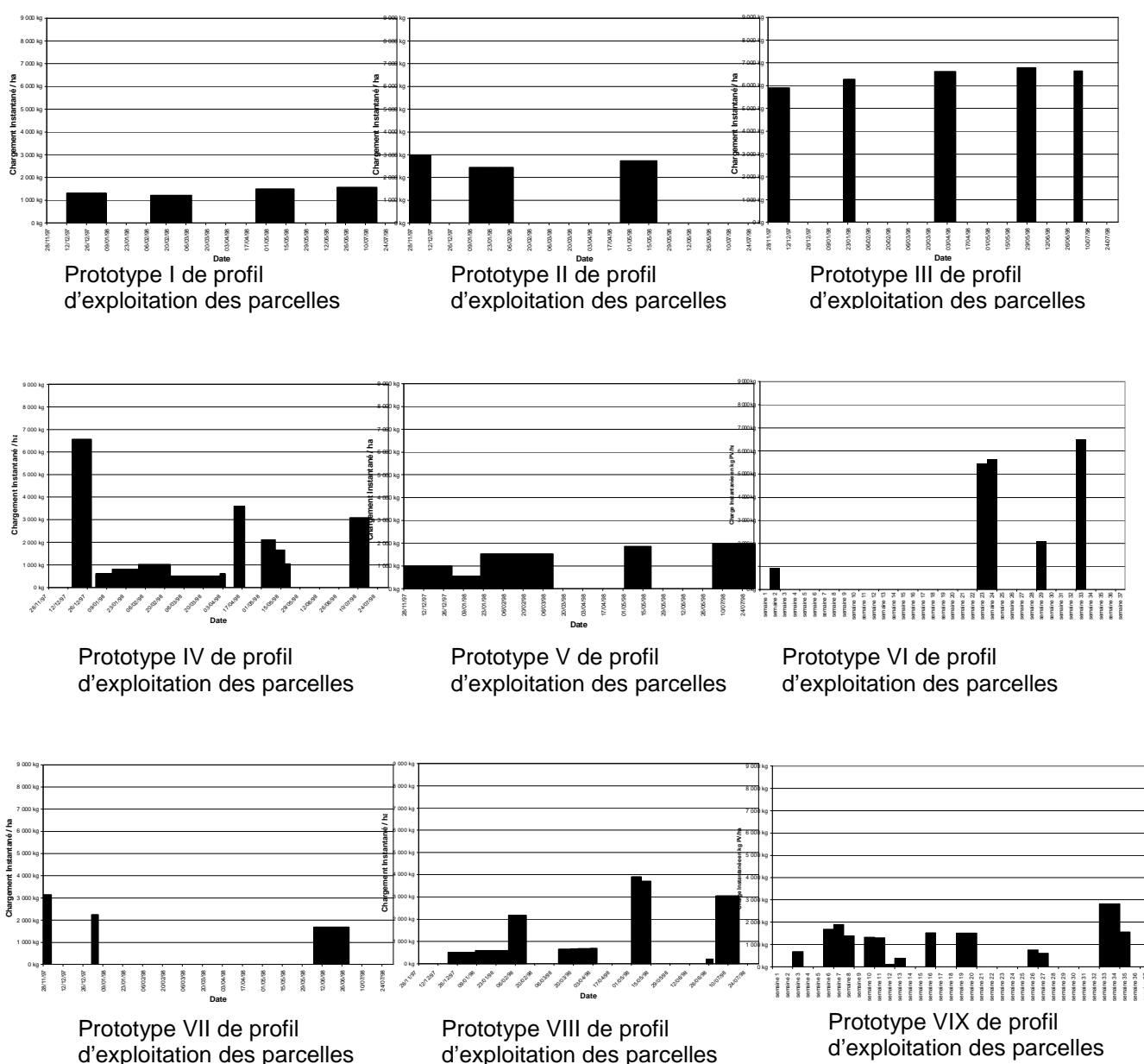


Figure n°100 : Exemples de parcelles retenues pour chaque modalité de la typologie avec :

- ➔ en abscisse : les dates (séparation principale tous les 15 jours),
- ➔ en ordonnée : la charge instantanée en kg PV/ha (échelle jusqu'à 9000 kg, séparation tous les 1000 kg)

Principales caractéristiques des neuf prototypes de "profils de pâturage"

- I_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée modeste - stable > à 2 000 kg de PV.ha⁻¹.an⁻¹ et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j,
- II_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée moyenne stable de : 2 000 à 4 000 kg de PV.ha⁻¹.an⁻¹ et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j,
- III_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg de PV.ha⁻¹.an⁻¹ et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j,
- IV_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg de PV.ha⁻¹.an⁻¹ et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j,
- V_ pâturage avec rotation très irrégulière qui présente peu de temps de repos et des charges instantanées variables > à 3 000 kg de PV.ha⁻¹.an⁻¹,
- VI_ pâturage avec rotation très irrégulière qui présente au moins un temps de repousse très long (> 90 j) et au moins un passage avec une forte charge instantanée > à 5 000 kg de PV.ha⁻¹.an⁻¹,
- VII_ pâturage avec rotation très irrégulière qui présente au moins un temps de repousse très long (> 90 j) et une charge instantanées moyenne 1 000 à 4 500 kg de PV.ha⁻¹.an⁻¹,
- VIII_ pâturage en rotation régulière mais qui présente de fréquentes et amples variations de la charge instantanée,
- XIX_ pâturage en rotation très irrégulière qui présente de fréquentes variations de la charge instantanée (moins amples que dans la classe 8).

Cette caractérisation des modalités de conduite d'exploitation des pâturages a été utilisée lors de trois campagnes (la deuxième, la troisième et la quatrième) d'analyses. Suivant les années certains prototypes n'étaient pas utilisés, par exemple, lors de la deuxième campagne le prototype V n'a pas représenté.

Les premières analyses après chaque campagne de relevés de végétation et floristique, des régressions multiples et projections factorielles ont été réalisées. Puis, après ces quatre campagnes, nous avons repris les regroupements des parcelles par prototype, nous avons affiné leurs grands traits spécifiques et nous avons refait les analyses de toutes les bases de données annuelles.

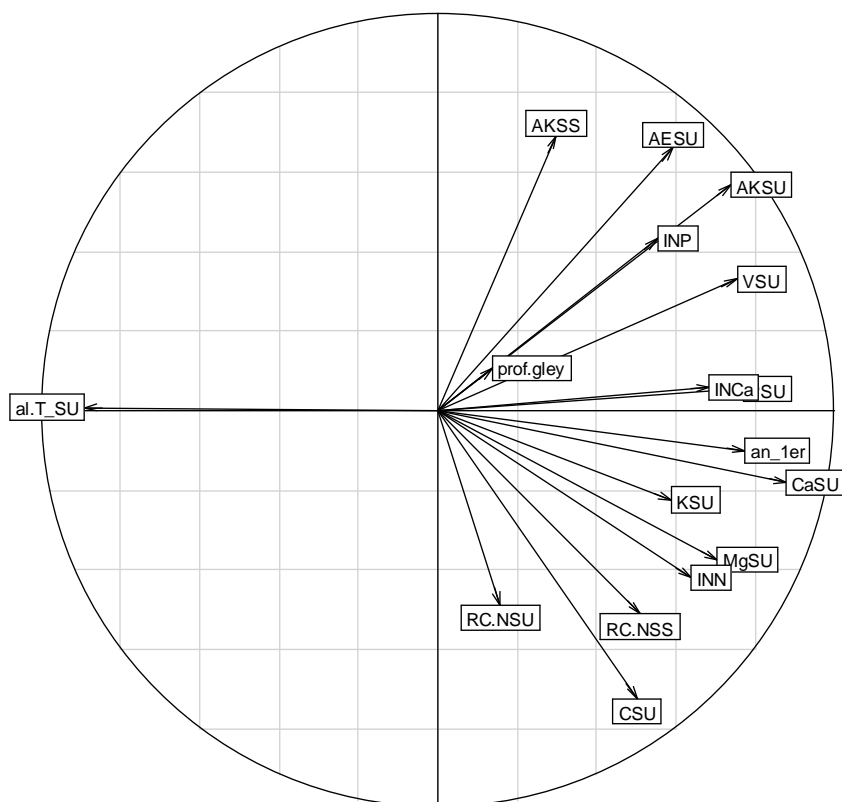


Figure n° 101 : Cercle des corrélations de l'ACP sur les variables (17) continues de milieu. Plan factoriel 1-2.

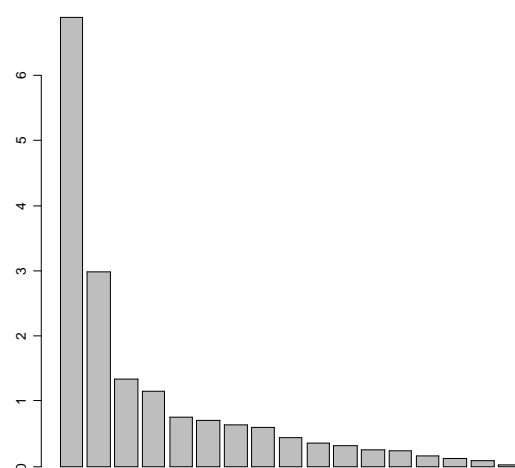


Figure n° 102 : Histogramme des valeurs propres issues de l'ACP sur les variables continues de milieu.

Tableau n° 14 : Variables explicatives continues du milieu de l' ACP

Variables	Code dans l'analyse
Profondeur de la couche imperméable (cm)	prof.gley
Nombre d'années depuis la 1 ^{ère} implantation	an_1er
Ph KCl à 0-15cm	AKSU
Ph KCl à 20-40cm	AKSS
Ph eau à 0-15cm	AESU
Taux de C à 0-15cm(%)	CSU
apport C/N à 0-15cm	RC.NSU
Rapport C/N à 20-40cm	RC.NSS
Phosphate à 0-15cm (meq/100g)	PSU
Potassium à 0-15cm (meq/100g)	KSU
Magnésium à 0-15cm (meq/100g)	MgSU
Calcium à 0-15cm (meq/100g)	CaSU
Taux de saturation du sol à 0-15cm (%)	VSU
Rapport Al/T à 0-15cm (%)	al.T_SU
Teneur en N des repousses de feuilles de graminées à 21j	INN
Teneur en P des repousses de feuilles de graminées à 21j	INP
Teneur en Ca des repousses de feuilles de graminées à 21j	INCa

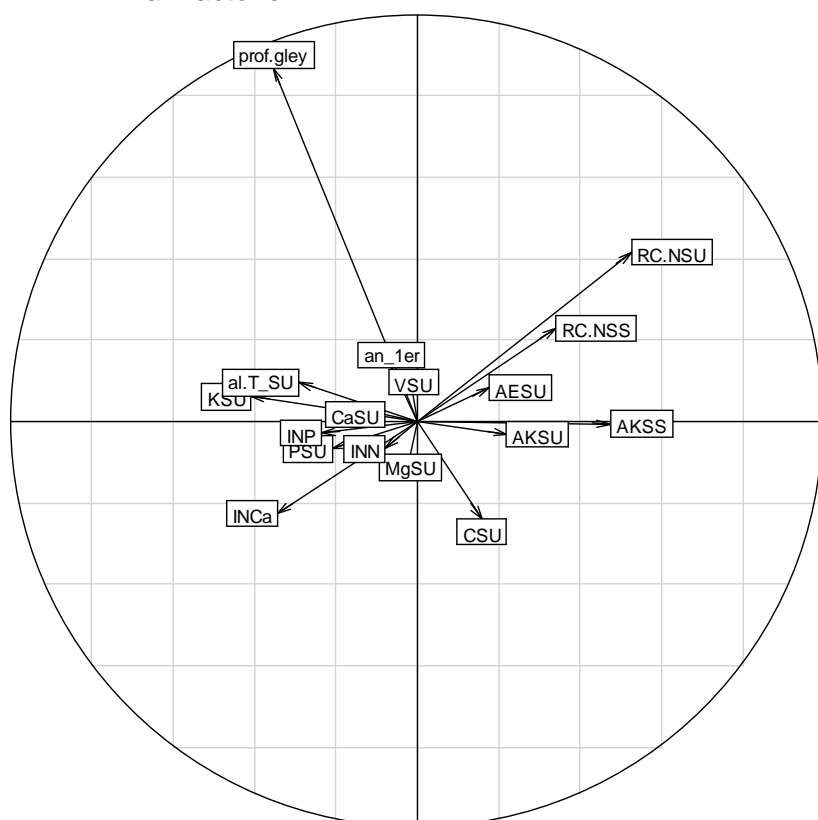


Figure n° 103 : Cercle des corrélations de l'ACP sur les variables (17) continues de milieu. Plan factoriel 3-4.

33. Résultats acquis

331. Le contraste des milieux d'origine

Etude des contrastes :

savane / forêt et la position marquée de l'alumine dans les sols

3311. *La toxicité aluminique se démarque très nettement des autres valeurs quantitatives du milieu*

La toxicité aluminique qu'exprime le rapport $Al.T^{-1}$ est nettement anti-corrélée à la plupart des autres variables dans le plan factoriel F1-F2 (Cf. fig. n° 105) de l'ACP centrée normée du tableau de variables continues¹. Les autres variables se distribuent largement sur le second axe, traduisant le fait qu'elles sont peu corrélées entre elles et qu'elles constituent donc de bons descripteurs complémentaires du sol.

Cette position de la variable $Al.T^{-1}$ en fait un indicateur capable à lui seul de fournir une information synthétique sur un sol.

Seules les variables "rapport $C.N^{-1}$ de surface" et "profondeur de la gley" s'expriment peu dans ce plan, ce qui conduit à examiner les deux axes suivants, dans le plan factoriel F3-F4 (Cf. fig. n°103), il apparaît que ces deux variables, qui s'expriment pleinement dans ce plan, sont également indépendantes l'une de l'autre ainsi que des précédentes.

Les quatre axes parcourus résument 77,4 % de l'information totale et confirment que toutes les variables analysées sont des descripteurs complémentaires et valides du sol.

3312. *Un gradient végétation d'origine très marqué (forêt – savane)*

Tableau n° 15 : Listes des variables discrètes (qualitatives) du milieu (utilisées dans l'ACM)

Variables	Nom	Classes	Nom
Type géologique	ty. geo	SDB	Sdb
		Coswine	cos
Type pédologique	ty. sol	Ferrallitique forêt	fer
		Hydromorphe	Hyd
		Sable blanc	SB
		Sable gris	SG
		Sable jaune	SJ
Contrainte hydrique	contr. hydr.	Engorgé	eng
		Exondé	exo
		Inondable	ida
Topographie	topo	Bas pente	bpt
		Dôme	dom
		Haut pente	hpt
		Milieu pente	mpt
		Plat	pla
		Talweg	twg

Variables	Nom	Classes	Nom
Végétation d'origine et préparation du terrain	vg_ori	déforestation bull	fdb
		déforestation manu.	fdm
		Savane	sav
Texture du sol	text_sol	Sableux	S
		Sable + Argile	Sa
		Très sableux	SS

Variables	Nom	Classes
Graminée fourragère principale	GFP	<i>Brachiaria decumbens</i> : bd <i>Brachiaria humidicola</i> : bh. <i>Brachiaria brizantha</i> : bb.br <i>Brachiaria ruziziensis</i> : ds <i>Digitaria swazilandensis</i> : ds <i>Ischaemum indicum</i> : ii.it.bt.bu <i>Ischaemum timorens</i> : u <i>Brachiaria mutica cv tanner</i> <i>Brachiaria brizantha cv USDA</i>
Légumineuse fourragère principale	LFP	<i>Desmodium ovalifolium</i> : do <i>Calopogonium mucunoides</i> : cm.sh <i>Stylosanthes hamata</i> Néant : 0

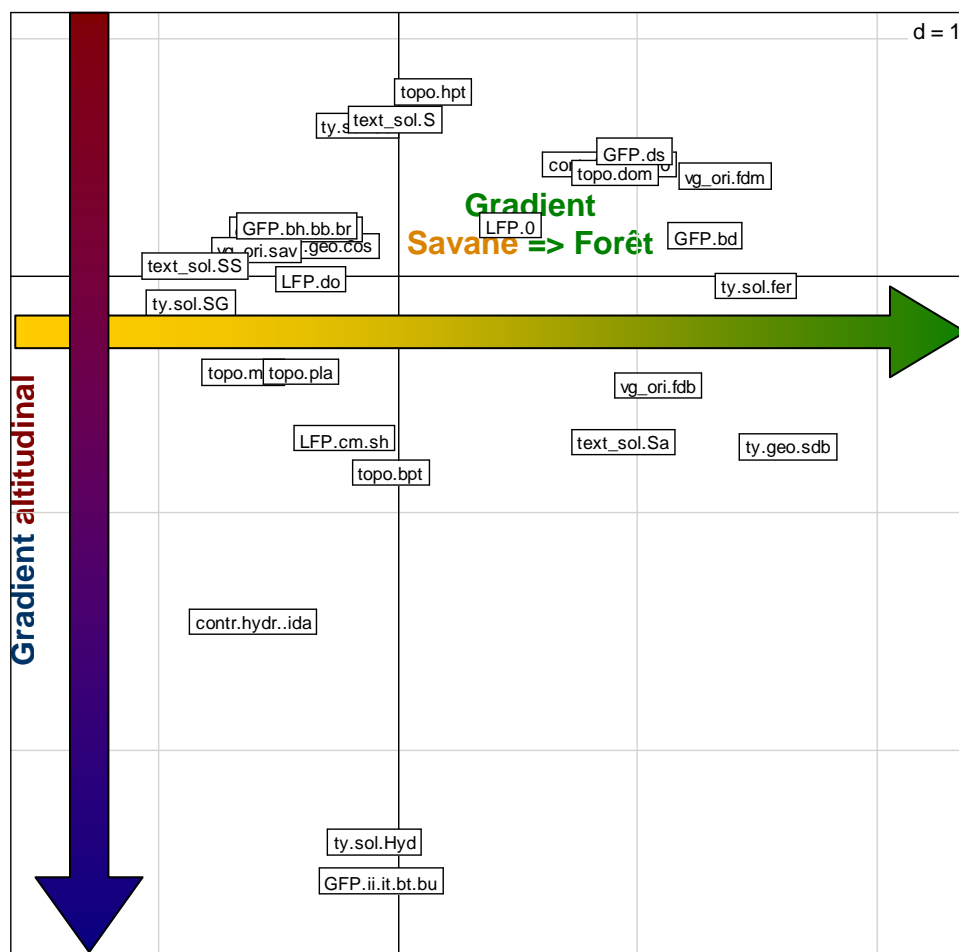
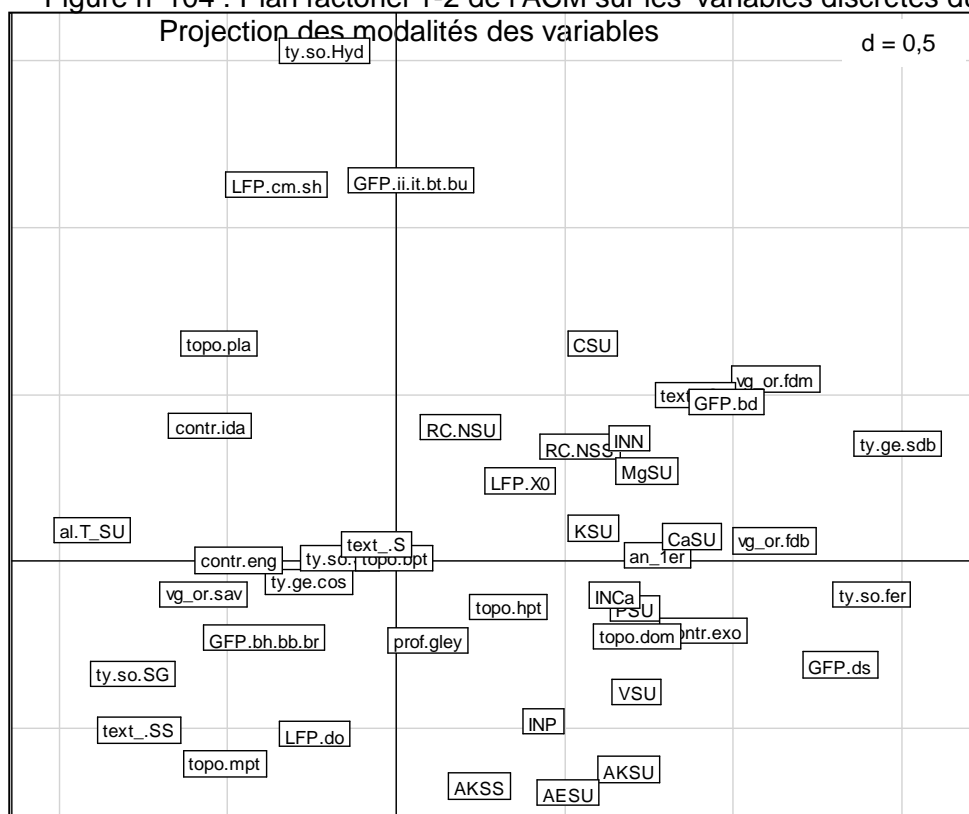


Figure n°104 : Plan factoriel 1-2 de l'ACM sur les variables discrètes du milieu



Ce plan factoriel de synthèse qui regroupe l'ensemble des variables continues et discrètes liées au sol confirme la bonne distribution de celles-ci dans l'espace, c'est à dire leur complémentarité descriptive.

Figure n°105 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse Hill et Smith de l'ensemble des variables (qualitatives et quantitatives) du milieu.

Les Variables qualitatives du milieu qui montrent des oppositions se révèlent très nettement entre les paramètres :

- ➔ liés aux origines des terrains utilisés pour l'installation des prairies,
- ➔ liés à la topographie des prairies.

La végétation d'origine ordonne très nettement les variables discrètes du milieu dès le plan factoriel F1-F2¹ de l'ACM (Cf. fig. n° 104).

Nos critères mis en variables montrent l'importance des différences entre les sols d'origine de savanes et ceux d'origine forestiers.

L'axe F2 indique un gradient topographique ou altitudinal très marqué. En toute logique, à une extrémité de ce gradient se trouvent les variables qui caractérisent des sites aux terrains les plus humides. Les caractéristiques topographiques et géomorphologiques une forte discrimination indépendamment de l'origine des sols.

Les terrains où se concentrent le plus de contraintes sont dans les zones de savane

Les terrains de savane se retrouvent très marqués (regroupés) avec les variables qui caractérisent les terrains les plus contraignants, notamment la variable Al/T (toxicité aluminique) qui se projette dans la même orientation dans le Plan factoriel F1-F2¹ de l'analyse synthétique mixte Hill et Smith (variables quantitatives avec les variables qualitatives), Cf. fig. n°105. A l'inverse, les valeurs favorables du milieu sont "tirées" par le gradient "forêt".

La projection des sites étudiés dans le plan factoriel F1-F2 (Cf. fig. n° 106) de l'analyse Hill et Smith a permis de confirmer deux groupes de stations nettement marqués aux deux extrémités de l'axe F1:

- ➔ l'un où se trouvent les prairies implantées sur des terrains défrichés (rond vert)
- ➔ l'autre où les prairies ont été installées sur savane (rond jaune).

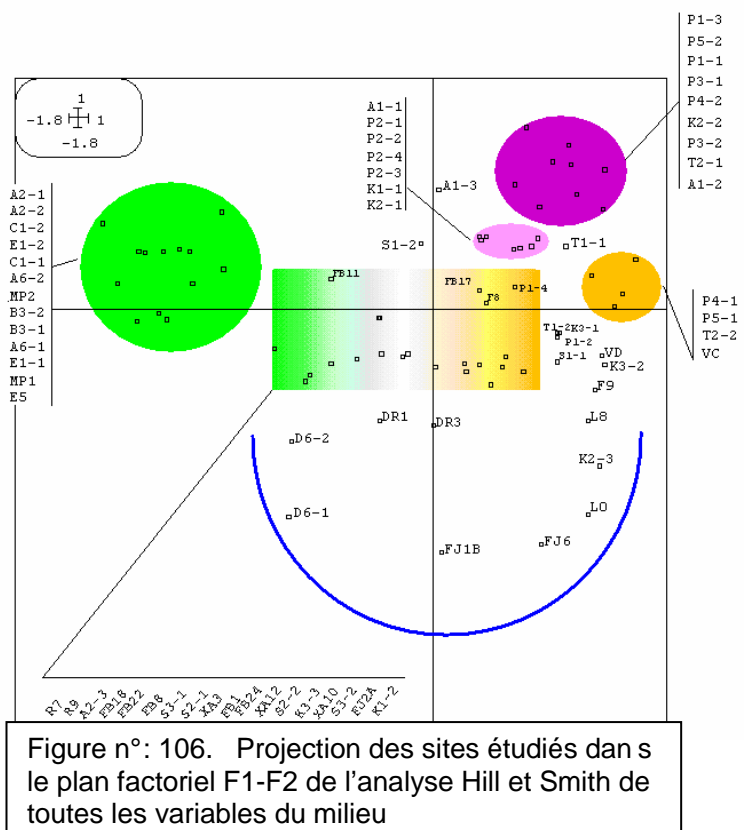


Figure n°: 106. Projection des sites étudiés dans le plan factoriel F1-F2 de l'analyse Hill et Smith de toutes les variables du milieu

Entre ces deux pôles se trouve un groupe de stations intermédiaires qui sont peu différenciées par les variables du milieu.

Deux autres groupes de stations "de type savane" (ronds mauves) apparaissent dans des situations moins contraignantes. Certes, elles sont sur des sols à texture très sableuse, mais elles se localisent en zone morpho-pédologique de "mi-pente", avec des couches imperméables profondes.

Outre ces caractéristiques qui ne peuvent absolument pas être modifiées par l'éleveur (même à long terme), il faut noter des caractéristiques qui peuvent éventuellement provenir d'interventions régulières en matière de pratiques sur le long terme comme le pH.

Le pH qui apparaît pour ces sites moins acides et du rapport $C.N^{-1}$ peu élevé (ce qui indique une activité biologique du sol satisfaisante). Inscrit à l'intérieur de cette tendance, certaines prairies regroupées dans l'ovale mauve clair, manifeste une spécificité qui resterait à préciser, notamment en portant une analyse spécifique sur les sols engorgés ?

Le groupe de stations, matérialisé par le trait bleu dans la projection factorielle, semble fortement marquée par l'hydromorphie des sols.

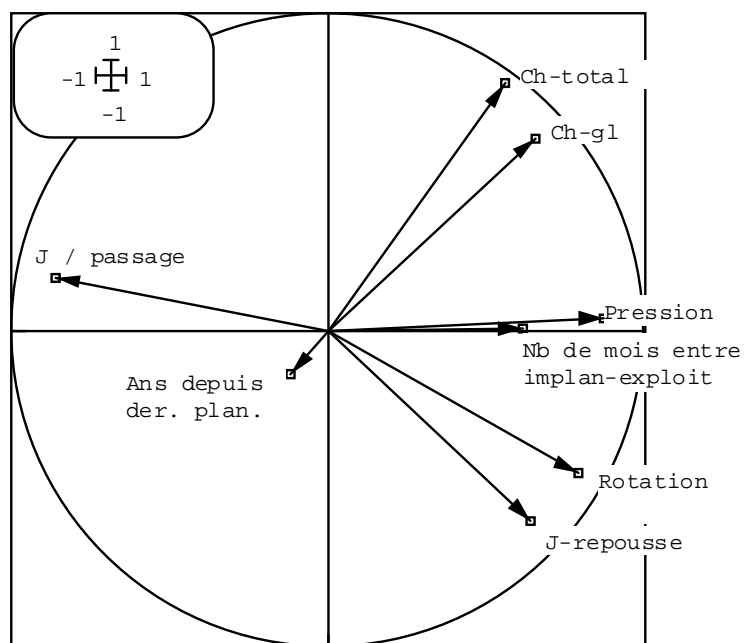


Figure n° 107 : Plan factoriel F1-F2 de l'ACP des variables quantitatives

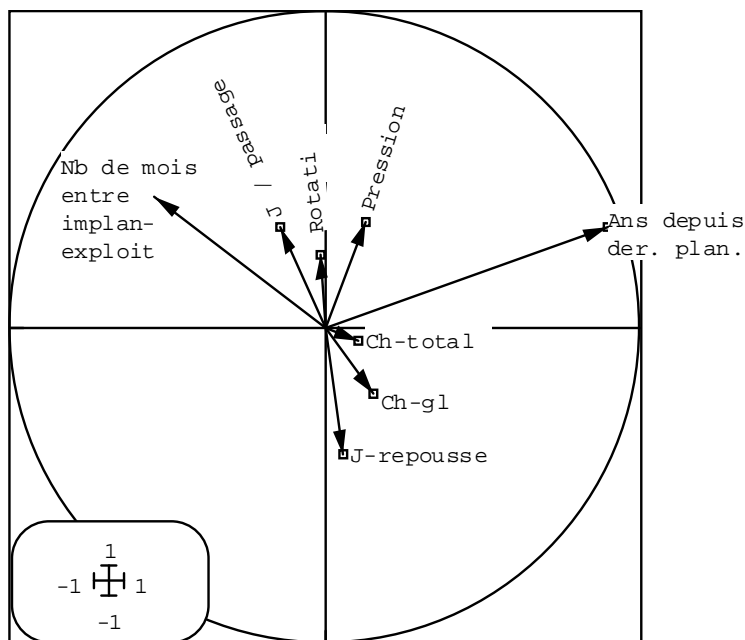


Figure n° 108 : Plan factoriel F3-F4 des variables de l'ACP des variables quantitatives des pratiques

332. Grandes tendances décelées dans les pratiques des éleveurs

Tableau n°16 : variables qualitatives
avec classes sur les pratiques des éleveurs

Variables	Nom abrégé	Classes
Mode	Mode implan	Implan semis
d'implantation		Implan boutures
Graminée fourragère Principale	GFP	GFPbd
		GFPbh/bb/br
		GFPds
		GFPi/bt/bu
Légumineuse fourragère ppl	LFP	LFPdo
		LFPcm/sh
		LFP-Ø
Type d'engrais azoté apporté	Type N	TypeN3x17
		TypeNamo
		TypeN-Ø
Type d'engrais de fond apporté	Type PK	TypePK3x17
		TypePKbinr
		TypePK-Ø
Niveau d'apport en scories	Scories	Scor-faible
		Scor-OK
		Scor-Ø
Niveau d'apport en P naturel	Ph nat	Phnat-Ø
		Phnat-OK
Nbe de rotobroyages/an	Rotobroyage	Rotobr1/an
		Rotobr>1/an
		Rotobr-Ø
Désherbage chimique	Herbicide	Herbi-local
		Herbi-plein
		Herbicide-Ø
Période de pâturage	Pât 12/24	PâtJ
		PâtJ+N

Tableau n°17 : variables quantitatives
sur les pratiques des éleveurs

Variables	Nom abrégé
Nb d'années depuis la dernière plantation	Ans depuis der. plan.
Nb de mois entre implantation et exploitation	Nb mois implan-exploit
Nb de parcelles/îlot de pâturage	Rotation
Age moyen de la repousse (j)	J-repousse
Durée moyenne du passage du bétail (j)	J / passage
Chargement instantané en kg PV/ha	Pression
Chargement global en kg PV/ha	Ch-gl
Chargement total en kg PV/ha/an	Ch-total

332.1. La rotation ou le pâturage permanent

Lorsque la durée de pâturage tend à son extrême dans le plan factoriel de l'ACP F1-F2¹ (Cf. figure n° 107) cela signifie qu'il n'y a pas de rotation. C'est ce critère (durée en j par passage) qui se trouve dans ce plan, très anti-corrélé avec la plupart des autres variables. D'un côté il y a des pratiques d'exploitation qui s'articulent autour de la logique de rotation (et le nombre de parcelles dans l'îlot de rotation) avec le chargement, la pression et de l'autre une pratique simplifiée qui consiste à faire du pâturage permanent sans rotation avec de faibles chargements.

L'organisation de la rotation est d'autant plus élaborée (nombre plus important de parcelles dans l'îlot de pâturage) que le chargement est élevé ce qui induit une durée de passage rapide des animaux dans les parcelles. Cela se révèle par les

anti-corrélations entre la variable "chargement" et les variables "rotation" et "j de repousse".

Les sites où le pâturage est permanent, sont des prairies pour lesquelles la durée entre l'implantation et l'exploitation a été de courte durée. Ce s'exprime dans le plan F1-F2 par l'anti-corrélation entre "j / passage" et "nombre de mois entre l'implantation et l'exploitation". Il apparaît que les éleveurs qui replantent souvent attendent d'autant moins après une plantation pour refaire pâturer. Cela se voit dans le Plan F3-F4 (dans le plan précédent F1-F2 la variable "nombre d'années depuis la dernière implantation". ne s'exprime pas), où les variables "Nombre de mois entre implantation et - exploitation" et "Année depuis la dernière implantation" tirent chacune de leur côté l'axe 3.

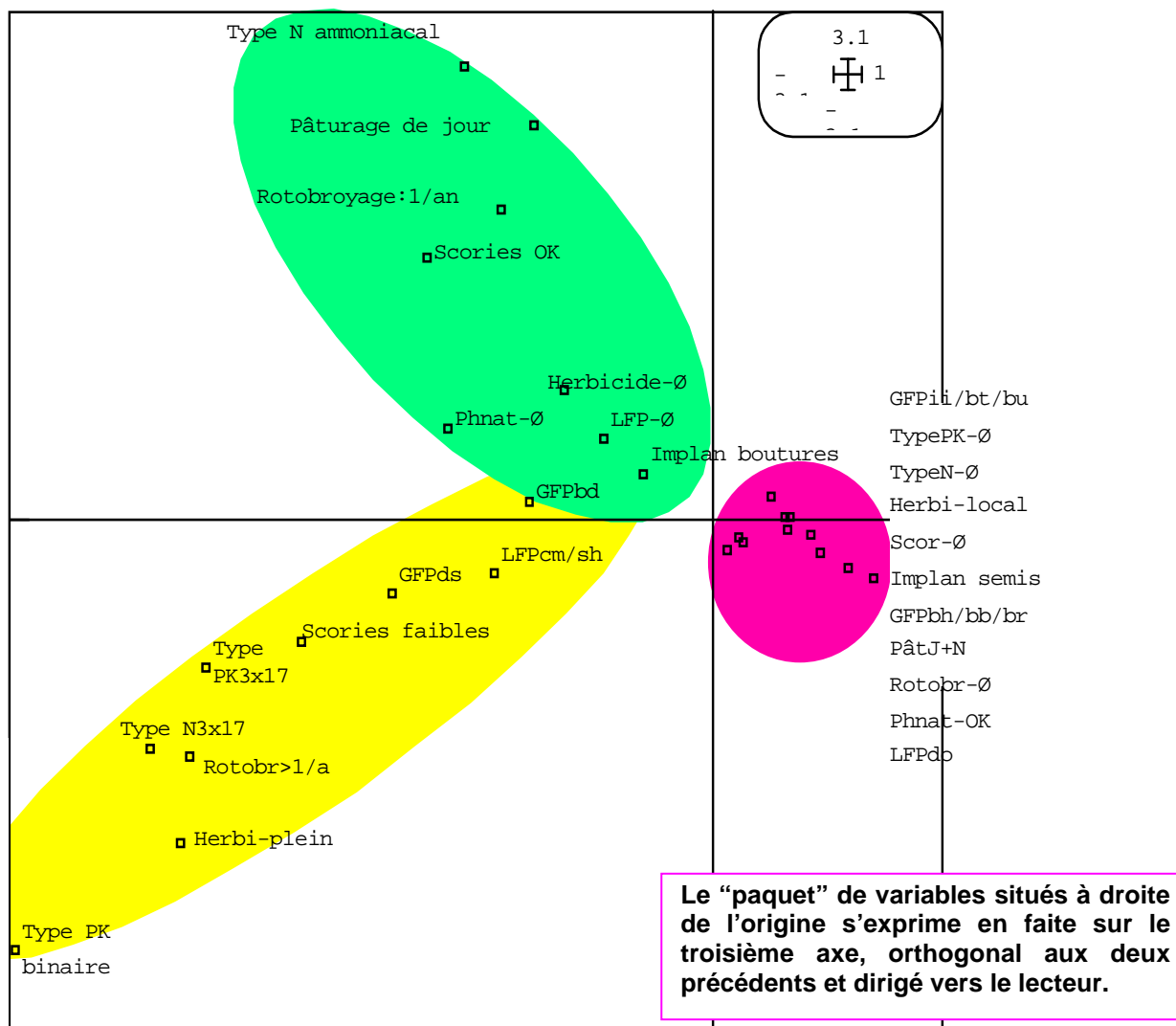
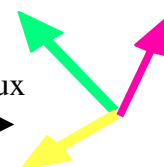


Figure n°109 : Plan factoriel F1-F2 ACM des variables qualitatives des pratiques des éleveurs

332.2. Trois groupes de pratiques en matière d'entretien des prairies

Le regroupement des pratiques d'entretien exprimé par l'ACM des variables qualitatives se distribue remarquablement dans l'espace selon trois axes principaux (qui représentent 50,8% de la variance totale), sur les modèles suivants :



Cette analyse détecte trois groupes principaux de pratiques pour l'entretien des prairies (fig n°109) :

- ⇒ un groupe dont les pratiques restent marquées par les “recettes du plan vert” : utilisation d’engrais type 3*17 ou du binaire, gestion des adventices avec des traitements d’herbicides en plein et des refus par rotobroyages plus d’une fois par an : **groupe jaune**
- ⇒ un groupe dont les pratiques paraissent se démarquer des préconisations “Plan vert” et qui utilise d’autres intrants : scories, ammonitrate, ne pratique qu’une fois par an le rotobroyage. Dans ce groupe se trouvent aussi les élevages qui rentrent leurs animaux la nuit et ceux qui ne pratiquent pas (ou plus) de traitement herbicide : **groupe vert**,
- ⇒ un groupe qui tend à ne plus utiliser d’engrais, le seul apport étant le phosphate naturel. Les désherbages sont limités à des traitements localisés et le rotobroyage n’est pas pratiqué. En revanche, la gamme d’espèces fourragères implantées est plus importante : **rond mauve**

332.3. Des pratiques intensives en intrants non corrélées à de forts chargements

L'analyse synthétique de Hill et Smith qui intègre la totalité des variables, des pratiques et toutes leurs interactions simultanément, nous a fourni une typologie des pratiques plus complète (Cf. figure n° 112).

Dans la projection obtenu par ADE-4, l'axe F1 marque l'opposition Intensif – Extensif en terme d'intrants, L'axe F2 marque l'opposition Intensif – Extensif par les niveaux de chargements pratiqués.

Il n'y avait pas d'adéquation entre les pratiques intensives d'exploitation et les pratiques intensives d'entretien notamment par la fertilisation avec des engrais (3*17, engrais binaire), le désherbant en plein et le rotobroyage fréquent.

Dans l'autre sens, **les sites qui connaissent les forts chargements et pressions, reçoivent peu d'intrants** : aucun apport d'engrais, seulement des phosphates naturels, les traitements avec des herbicides ne se font qu'en localisé, il n'y a pas de rotobroyage. En revanche, les rotations sont plus élaborées, la durée entre l'installation d'une nouvelle prairie et sa première exploitation est longue, les légumineuses sont employées (notamment *Desmodium ovalifolium*) ainsi qu'une gamme plus importante de graminées.

Dans une logique totalement opposée aux deux autres, on trouve la pâture permanente, l'implantation des prairies par boutures, l'absence de fertilisation, l'absence de désherbage, l'absence de légumineuse fourragère.

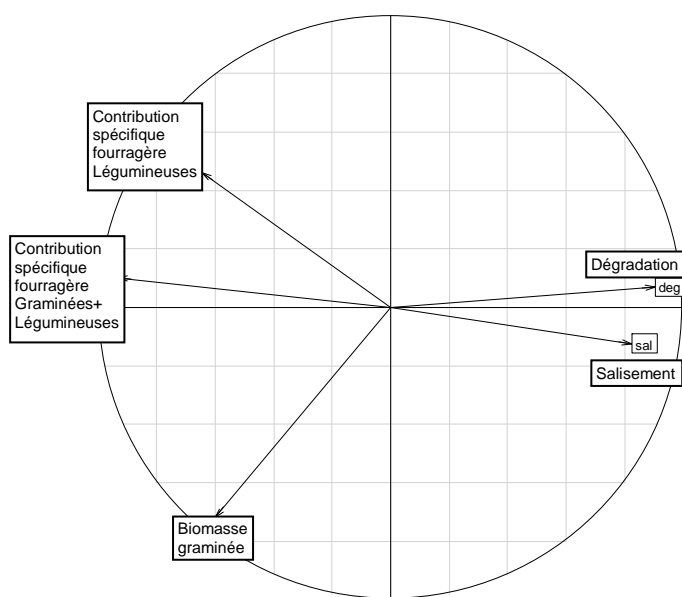


Figure n°110 : Cercle des corrélations de l'ACP sur les variables d'état. Plan factoriel 1-2

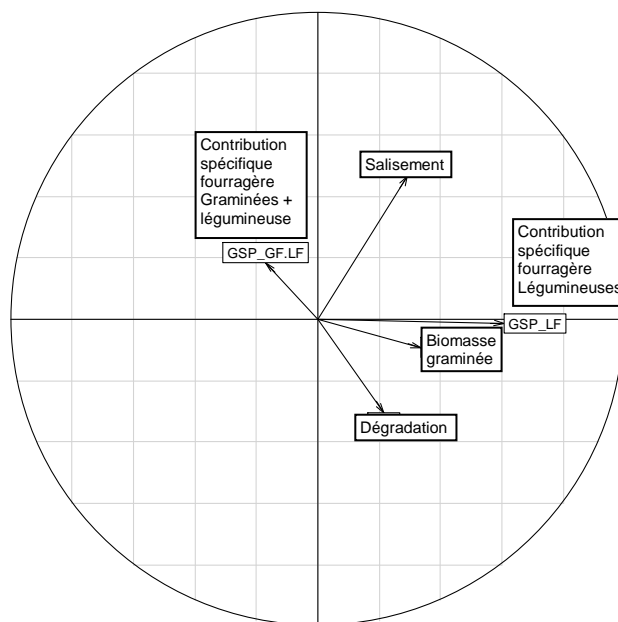


Figure n°111 : Cercle des corrélations de l'ACP 2 sur les variables d'état. Plan factoriel 3-4

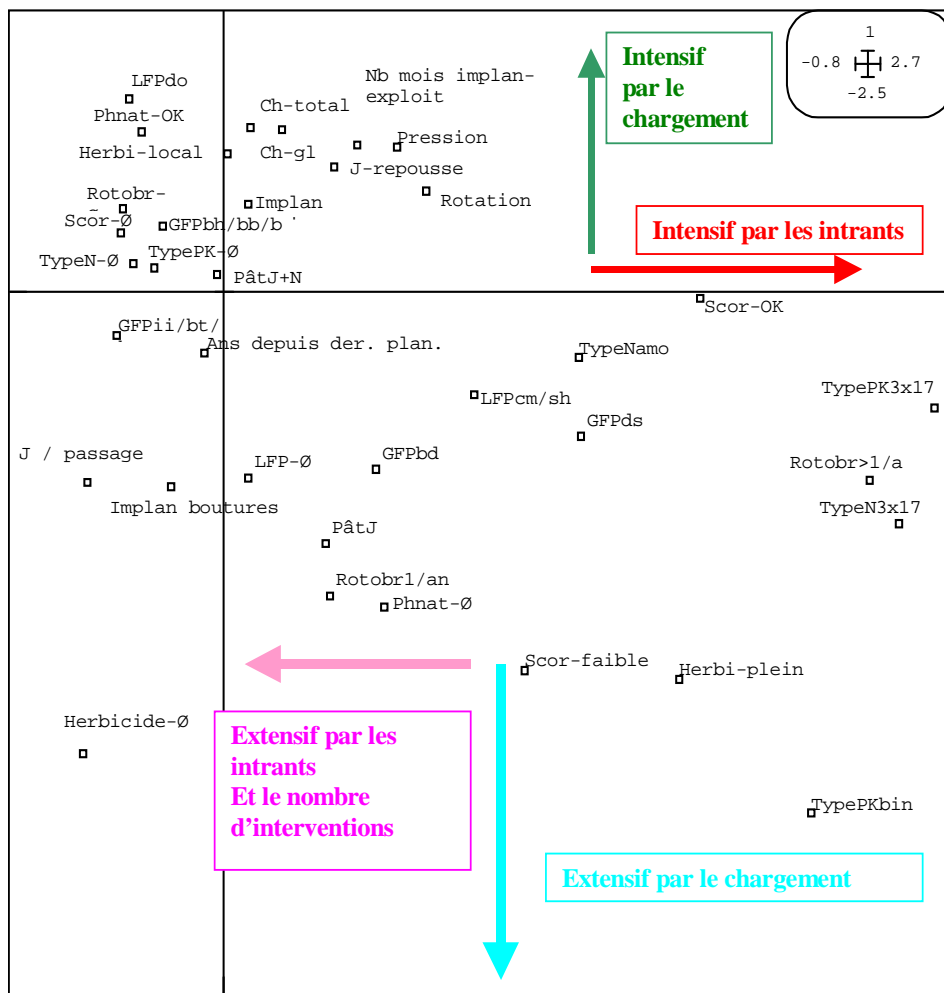
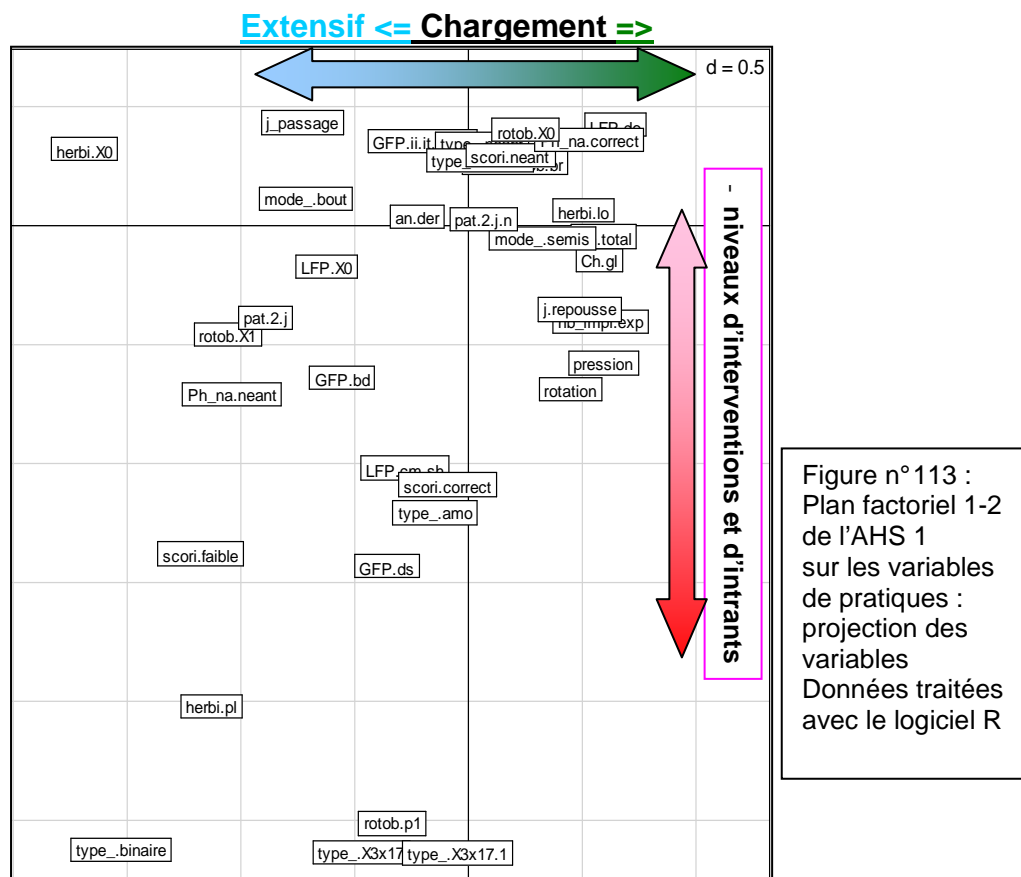


Figure n°112 : Plan factoriel F1-F2 de l'analyse de Hill et Smith sur l'ensemble des variables des pratiques (données traitées avec le logiciel ADE-4)



333. Le degré de dégradation structure la répartition des différents types de prairies

Toutes les variables qui caractérisent l'état du couvert herbacé des prairie sont toutes continues (quantitatives). ACP et AFC peuvent donc s'appliquer directement.

Analyse : ACP normée

Tableau n°18 : Variables d'état à expliquer (ACP)

Biomasse des repousses de graminée à 21j (kg ms/ha)	biom_grami
Contributions spécifiques des présences d'espèces fourragères implantées	GSP_GF+LF
Contributions spécifiques des présences de légumineuses fourragères	GSP_LF
Salissement	sal
Dégradation	deg

Ces cinq variables statistiques sont explorées via 74 points (sites) d'échantillonnage. Un tel ratio donne une forte pertinence à leurs analyses. Comme les unités de ces variables sont toutes hétérogènes nous avons procédé tout d'abord à une ACP centrée normée.

Des variables d'état du couvert nettement marquées dans les analyses

Les forts degrés de dégradation et de salissement se distinguent nettement en s'opposant aux niveaux élevés des :

- ⇒ Contributions spécifiques de toutes les plantes fourragères,
- ⇒ Contributions spécifiques de toutes les légumineuses fourragères,
- ⇒ Quantités de biomasse produites à 21 j de repousse.

Malgré les mêmes orientations des degrés de dégradation et de salissement, ces deux variables apportent des informations complémentaires. Les degrés de salissement et de dégradation sont très proches sur le plan F1-F2 (fig. n°110), moins sur le plan F3-F4 (fig. n°111), leur valeur de corrélation n'est effectivement pas extrêmement prononcée : 0,665. Cela indique la pertinence de garder et de s'appuyer sur ces deux paramètres.

Le positionnement des variables qui caractérisent le couvert herbacé correspond à ce que nous avons prévu. Compte tenu des méthodes d'obtention des valeurs de la CSP des plantes fourragères et du degré de dégradation, nous avons trouvé en toute logique une nette anticorrélation entre ces deux variables dans le plan factoriel F1-F2 de l'ACP (ces deux axes renferment 67,76% de l'information).

La biomasse se démarque avec le salissement et la dégradation (fig. n°112), ce qui est assez trivial, mais indique néanmoins une piste pertinente qui sera, dans la deuxième série de résultats, le fondement d'un des objets d'étude. L'hypothèse qui en est induite, tend à montrer qu'un fort potentiel de biomasse fourragère pourrait limiter l'émergence des adventices. Toutefois, nous soulignons que la corrélation avec la contribution spécifique des espèces fourragères n'est pas élevée : 0,419. D'où l'intérêt que nous avons porté à ce paramètre, car il avait sa propre expression (il n'était pas redondant).

Le plan factoriel des sites (fig. n°114) isole nettement sur l'axe 1 les stations dégradées (en marron), moyennement dégradées (carré jaune - orange) et celles non dégradées qui ont une contribution spécifique des espèces fourragères élevée et une biomasse satisfaisante.

Il isole aussi le long de l'axe 2 le groupe de stations pauvres en légumineuses où les graminées fourragères sont riches en éléments minéraux, particulièrement en azote. Il semble apparaître une dynamique entre ces stations et celles plus dégradées où les teneurs en minéraux se répartissent sur un gradient (hypothèse indiquée par le trait bleu).

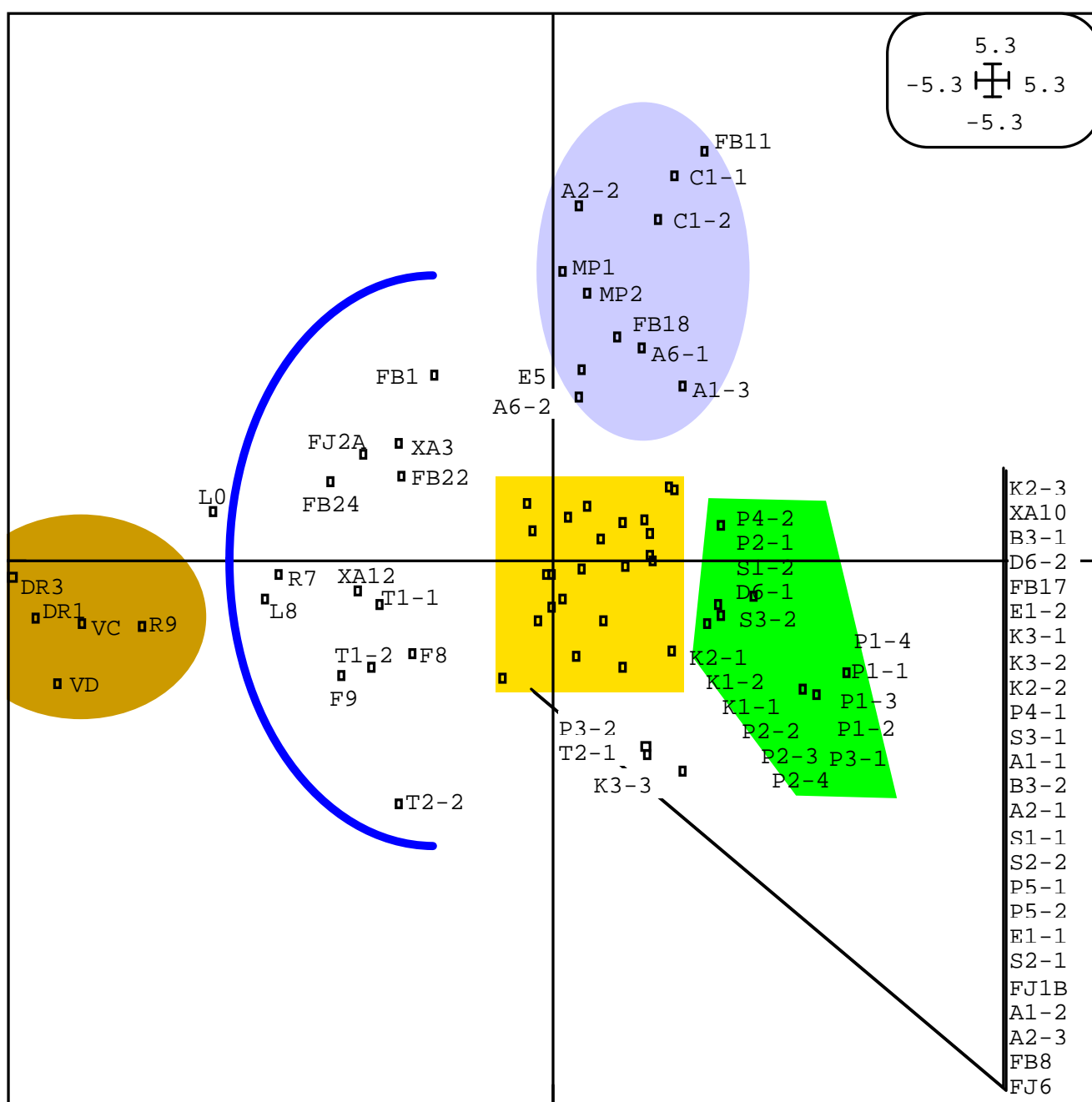


Figure n°114 : Projection des stations dans le plan factoriel F1-F2 de l'ACP des variables d'état.

Remarque : L'AFC sur les variables d'état est un cas particulier d'une structure très forte où quasiment toute l'information (89%) est résumée sur un seul axe (l'axe 2 ne fait que 4,12%). La simple représentation de cet axe très marqué permet de confirmer l'opposition nette entre prairies dégradées et prairies en bon état comme le montre la projection ci-dessous



Figure n°115 : Plan factoriel 1-2 de l'AFC sur les variables d'état : projection des variables

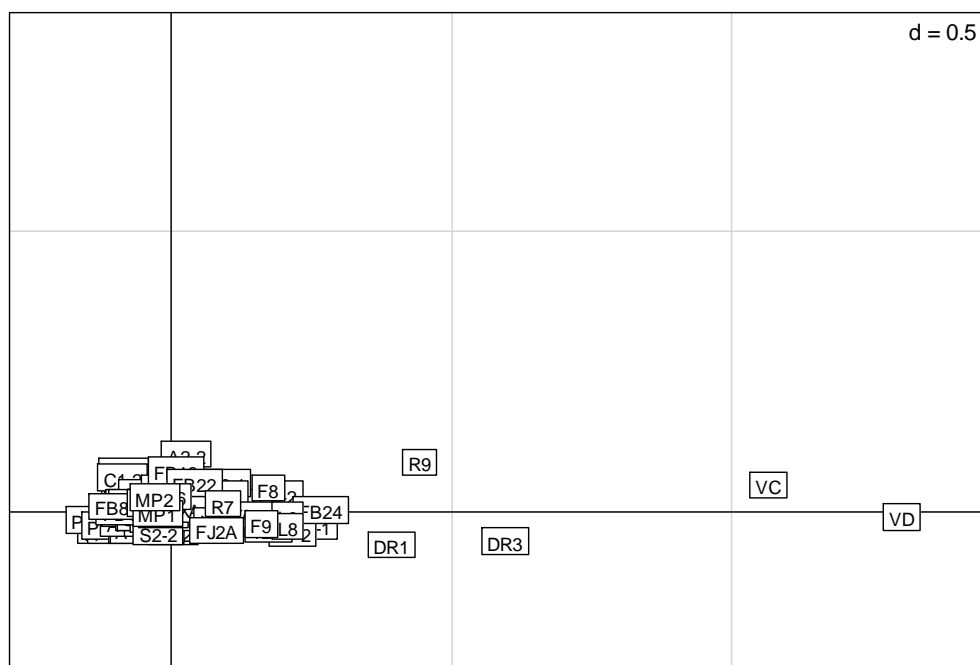


Figure n°116 : Plan factoriel 1-2 de l'AFC sur les variables d'état : projection des exploitations

334. L'analyse globale

Les analyses réalisées ont été effectuées par approches interprétatives successives, en considérant une à une les différentes catégories de variables. Or le but de notre étude était de “dégager les indicateurs et facteurs d'évolution de l'agroécosystème pâturé” dans leur ensemble, en tenant compte de leurs interactions éventuelles. Ceci est réalisé par une analyse de Hill et Smith globale sur toutes les variables. C'est la complexité des interactions exprimées ici simultanément qui a rendu nécessaires les étapes préliminaires.

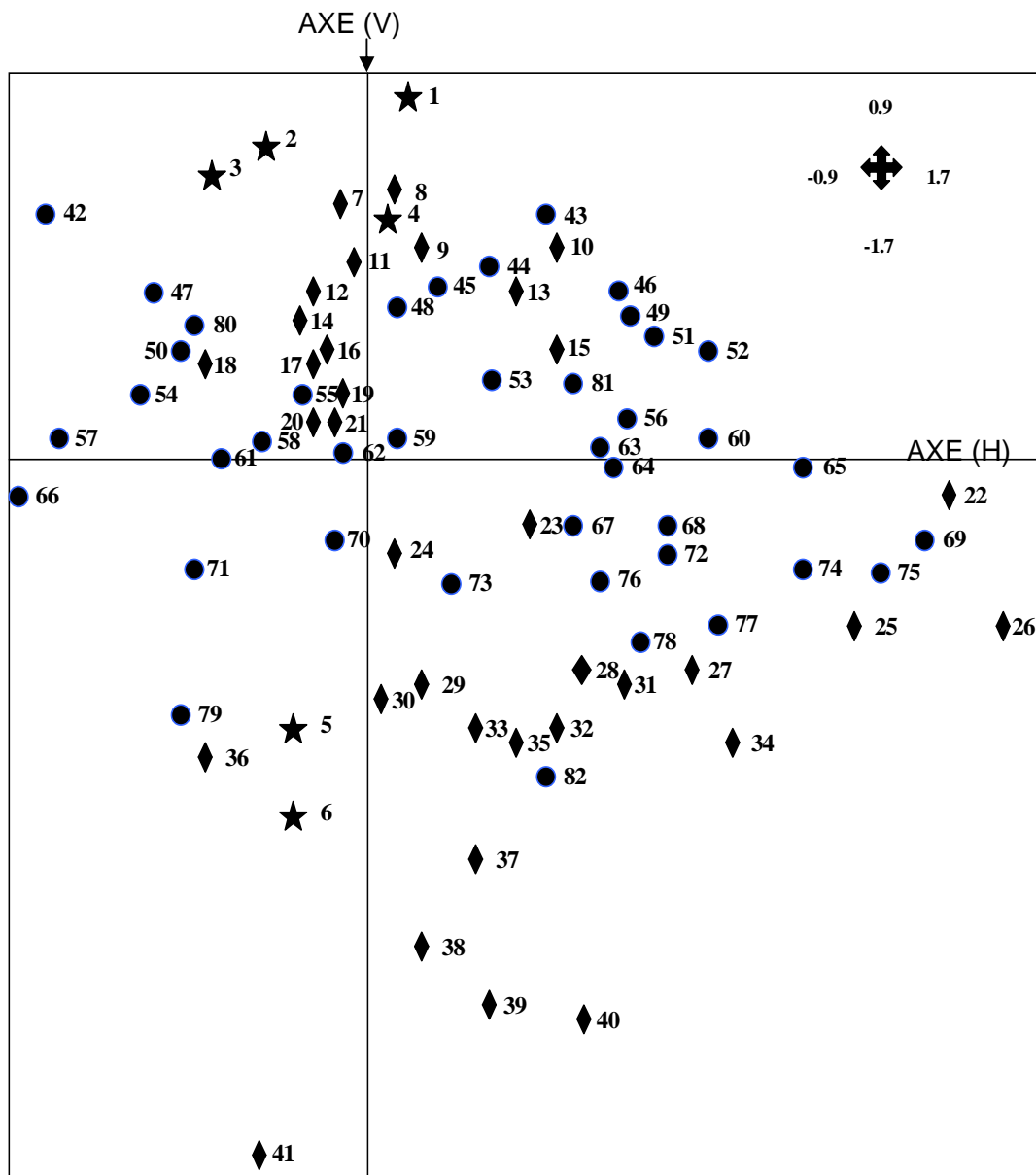


Figure n°117 : Projections factorielles des trois catégories de variables :

Etat de la végétation + Pratiques des éleveurs + Caractéristiques biophysiques du milieu

Analyse factorielle entre l'état de la dégradation des prairies et les facteurs qui y sont liés.

Plan factoriel F1 (V) & F2 (H) de l'analyse Hill et Smith de toutes les variables retenues lors de la 1^{ère} campagne de relevés de données

Les variables biophysiques du milieu « ● » sont surtout distribuées sur l'axe horizontal.

Les variables d'état des prairies « ★ » et

les variables des pratiques « ◆ » sont surtout distribuées sur l'axe vertical.

334.1. Le gradient de dégradation des prairies indépendant des facteurs du milieu

Le milieu se révèle non corrélé à la dégradation de la végétation des prairies.

- × Les variables retenues pour caractériser le milieu se distribuent perpendiculairement aux distributions des variables d'état de la prairie (paramètres de la végétation herbacée des prairies) et des variables des pratiques (modalités, mesures).
- × Les variables du milieu contribuent surtout à la représentation de l'axe horizontale codé "H" dans la projection factorielle de la figure n° : 117. Par exemple, de façon explicite, les positions les modalités de la variable "origine de la végétation" (savane, forêt) se situent aux deux extrémités de cet l'axe : à droite le pôle "forêt", à gauche le pôle "savane".
- × L'analyse globale laisse apparaître sur le premier axe, comme facteur structurel majeur, l'opposition Savane/Forêt, à la fois en termes de végétation et de variables liées au sol, les variables nettement associées sont d'un côté "savane", "sable gris", "Al.T¹" et de l'autre côté "forêt", "sols ferralitiques", "sable + argile" (Cf. figure n°117 plan factoriel F1-F2 de l'analyse Hill et Smith de toutes les variables de l'étude).

334.2. Les pratiques liées à l'état de la végétation des prairies

Les variables issues des pratiques et celles caractérisant l'état des prairies se répartissent le long de distributions proches et contribuent fortement à la formation de l'axe vertical codé : "V"²²⁵, dans la projection factorielle de la figure n°118.

- × Les prairies non dégradées, propres, forment un pôle qui apparaît en haut de l'axe "V" (légèrement plus fourni en stations sur la gauche de l'axe). Les principales modalités des variables regroupées dans ce pôle sont : l'implantation d'associations graminées - légumineuses²²⁶, l'implantation de graminées à stolons épais²²⁷, une mise en pâture tardive des nouvelles prairies, des apports de phosphate naturel, des pressions élevées.
- × Les prairies aux degrés de dégradation et de salissement les plus élevés forment un pôle à l'opposé de l'axe "V" (vers le bas) où se trouvent agglomérées les modalités des variables qui indiquent notamment : les plus faibles chargements, la pâture permanente, l'absence d'apport de phosphate naturel, des apports en engrais : "N – P - K", un rabattage annuel par rotobroyage, aucun traitement herbicide, l'implantation de *Brachiaria decumbens*

Nous soulignons l'importance du choix des graminées implantées :

- ⇒ Dans la savane, la principale graminée fourragère implantée est *Brachiaria humidicola*.
- ⇒ Dans les terrains déforestés, la principale graminée implantée est *Digitaria swazilandensis*.

A la structuration sur le 1^{er} axe factoriel, très liée au milieu d'origine, répond sur le 2^e axe une ordination des variables correspondant globalement à la qualité et la dégradation des prairies.

La plupart des variables liées aux pratiques de l'éleveur se retrouvent proches de l'axe vertical des figures n° 117 & 118. Les combinaisons entre les variables d'état et les variables des pratiques apparaissent comme étant bien structurées (notamment pour les prairies saines).

²²⁵ nous soulignons pour les lecteurs que ces projections sont à n dimensions dont à n axes.

²²⁶ *Brachiaria humidicola* – *Desmodium heterocarpon*.

²²⁷ *Brachiaria humidicola* se démarque de l'axe "V" et s'approche du "pôle savane" qui est plus vers la gauche de l'axe "H" car cette plante est réputée pour supporter ce type de milieu.

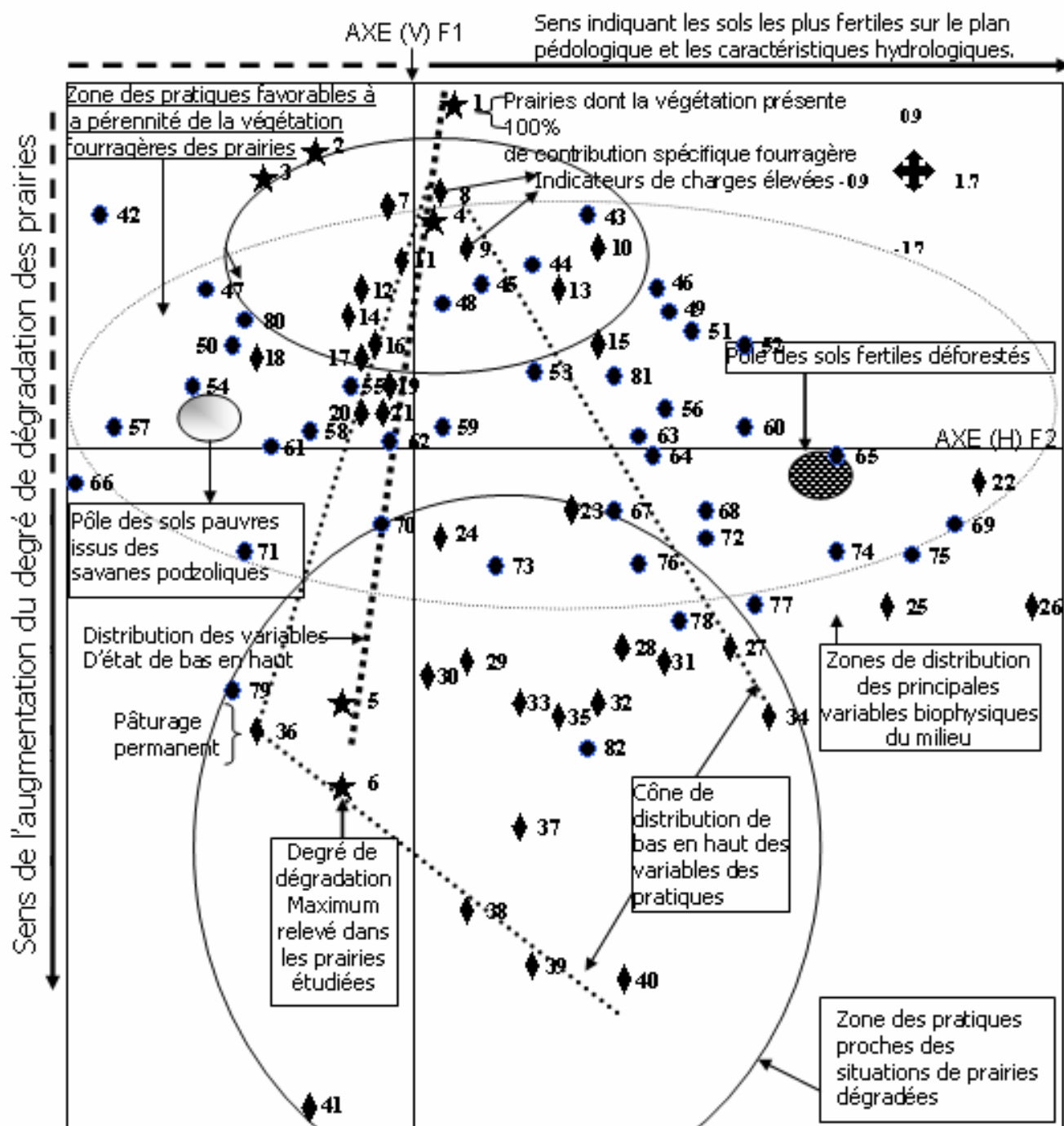


Figure n°118 : Idem que la figure 117 avec en plus légendes d'interprétation dans la projection.

Analyse factorielle entre l'état de la dégradation des prairies et les facteurs qui y sont liés.

Plan factoriel F1 (V) & F2 (H) de l'analyse Hill et Smith de toutes les variables retenues lors de la 1^{ère} campagne de relevés de données

- Les variables biophysiques du milieu « ● » sont surtout distribuées sur l'axe horizontal.
- Les variables d'état des prairies « ★ » et
- les variables des pratiques « ◆ » sont surtout distribuées sur l'axe vertical.

“Le côté dégradation et salissement” est nettement corrélé aux pratiques du pâturage permanent sur prairies de type monospécifique, implantées par bouturage pour lesquelles il n’y a pas de désherbage chimique et aucun apport de phosphore sous forme d’amendement.

“Le côté très bonne contribution spécifique des espèces fourragères” apparaît très lié à la combinaison des pratiques suivantes :

- Une implantation des prairies en association avec une légumineuse notamment *Desmodium ovalifolium*, et une durée entre la création de la prairie et son exploitation suffisamment longue pour permettre aux différentes espèces fourragères d’être correctement installées et développées.
- Une exploitation des prairies en pâturage tournant (rotation) avec une forte pression et d’importantes charges (instantanée, totale et globale) en bétail.
- Un entretien basé sur l’apport de phosphore (sous forme de phosphate naturel) et un désherbage localisé. Aucune fertilisation n’est pratiquée et le rotobroyage n’est pas utilisé.

334.3. Des teneurs en minéraux des graminées qui s’opposent

Sur l’axe 2, figure n°121, les taux d’azote des graminées s’opposent à ceux du phosphore. Les taux les plus élevés en azote se situent sur le plan factoriel (F1-F2) assez proches du “pôle dégradation”, tandis que pour le phosphore, les taux les plus forts se situent près du “pôle de qualité”.

Nous notons aussi que pour le phosphore, il s’agit d’une zone où la pratique de l’amendement en phosphate naturel est relevée. Là où le taux d’azote est indiquée dans le plan factoriel, se trouve aussi la variable qui signale l’utilisation d’engrais type 3*17 (N – P – K). Enfin il est à noter, l’anticorrélation entre le taux d’azote dans les graminées et la contribution spécifique des légumineuses.

334.4. Des prairies de tous niveaux de dégradation sont présentes en terrains issus de savanes comme de forêts

Les stations des (sites/parcelles) dans l’analyse factorielle H & S générale (figure n°119) peuvent se différencier par croisement de quatre informations majeures pôles :

- **sol de savanes,**
- **terrains déforestés,**
- **couvert herbacé fourrager dégradé,**
- **couvert herbacé fourrager de qualité.**



P3S Prairie Saine sur Sol de Savane



0.9
-0.9 \pm 1.7
-1.7

PSOF Prairie saine Sur sol d'Origine Forestier

P1-3
P1-1 P2-2
P3-1 P1-2 P2-1
P4-2 P2-4 K2-1
P3-2 P2-3
P5-2 K1-1 K3-3 S3-2
P5-1 K2-2 A1-1
P4-1 K2-3 K1-2
T2-1 K3-2 K3-1
S1-1 S2-2

S1-2 A1-3 B3-1
A2-1 A6-1
B3-2 A6-2 E5
D6-2 D6-1 A2-3 E1-1 C1-2 A2-2
S2-1 A2-2 E1-2 C1-1

T2-2 T1-1 FJ6
T1-2 XA10
F8
F9
L8
VC L0
VD

PAS Prairie Altérée sur sol de Savane

FJ1B MP2 MP1
FB8 FB11 FB18
FJ2A FB17 FB1 XA3
XA12 FB22
FB24
R7
R9
DR1
DR3

PAOF Prairie Altérée sur sol d'Origine Forestier



Figure n°119 : Quatre grands “**Pôles** de stations”.
Projection des stations dans le plan factoriel F1-F2 de l'analyse
globale Hill et Smith de toutes les variables.

Nous avons pu distinguer quatre types de stations sur ce plan
factoriel F1-F2 des sites à partir de l'analyse globale Hill et
Smith de toutes les variables de l'étude.

⇒ prairies installées sur sol de savane :

- × qui présentent une bonne couverture herbacée fourragère. Parmi les sites caractéristiques se trouvent : P1-3, P1-1, P1-2, P2-2... etc. Ils se situent entre le pôle “qualité” et le pôle “savane”. Par commodité nous avons intitulé ce pôle de sites : **P3S** (Prairie Saine sur Sol de Savane),
- × qui présentent des degrés de dégradation et de salissement élevés. Parmi les sites caractéristiques se trouvent : VD, VC, L0, L8, F9, F8. . Ils se situent entre le pôle “dégradé” et le pôle “savane”. Par commodité nous avons intitulé ce groupe de sites : **PSOF** (Prairie Saine sur sol d’Origine Forestier),

⇒ prairies installées sur sol déforesté :

- × *qui présentent une bonne couverture herbacée fourragère. Parmi les sites caractéristiques se trouvent : B3-1, A2-1, A6-1... etc. Ils se situent entre le pôle “qualité” et le pôle “forêt”. Par commodité nous avons intitulé ce pôle de sites : PAOF (Prairie Altérée sur sol de Forêt).*
- × *qui présentent des degrés de dégradation et de salissement élevés. Parmi les sites caractéristiques se trouvent : FB22, FB24, R7... etc. Ils se situent entre le pôle “forêt” et le pôle “dégradé” avec des sites qui se trouvent même nettement sur le pôle “dégradé” : DR3, DR1. Par commodité nous avons intitulé ce pôle de sites : PAOS (Prairie Altérée sur sol de Savane).*

Les pratiques plus que les facteurs du milieu expliquent la localisation des "groupes - sites"

Le pôle P3S qui grâce à un ensemble de pratiques s’affranchit d’un milieu délicat.

Il se situe dans des zones nettement sableuses (sable jaune à sable gris), ayant une morphopédologie qui varie du milieu de pente au bas de pente dans des terrains humides (inondables). Dans ces zones aux critères de milieu considérés comme défavorables pour toute mise en valeur agricole, se trouvent des prairies de qualité.

Les pratiques qui semblent donc permettre de s’affranchir d’un milieu jugé hostile sont pour ce groupe :

- le choix de graminées adaptées, notamment *Brachiaria humidicola* ;
- l’association d’une légumineuse ;
- le recours au semis plutôt qu’au bouturage pour la création des prairies ;
- la mise en exploitation tardive des prairies implantées ;
- la limitation des interventions aux seuls apports de phosphate naturel et de désherbage localisé (par contre, pas de rotobroyage, pas de fertilisation par engrais).

Le pôle PAOS reflète des contraintes délicates du milieu et des pratiques aggravantes

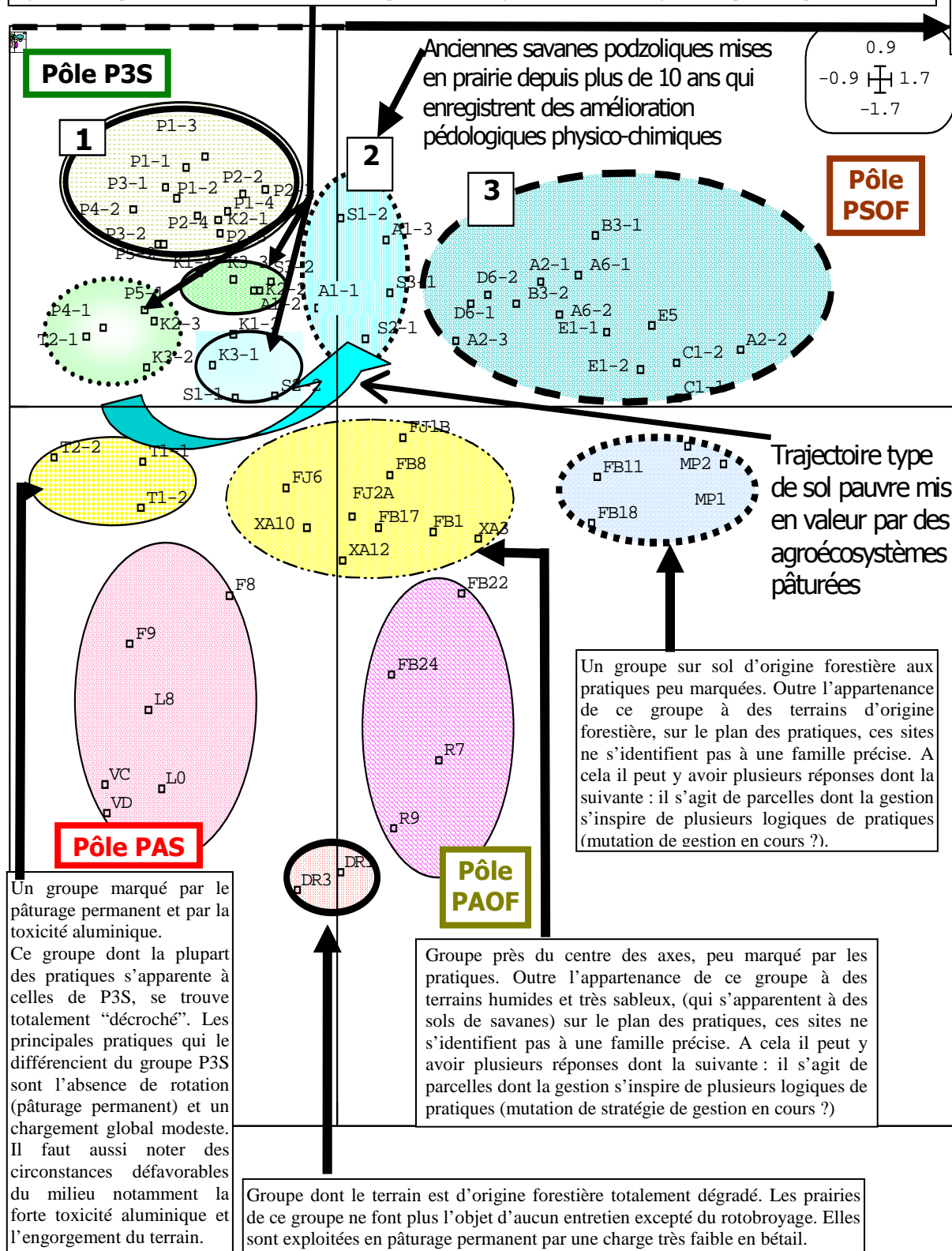
Les prairies de ce groupe sont installées dans des terrains plats qui s’engorgent facilement et dont la toxicité aluminique est forte.

Les exploitants de ces prairies ne font pas le choix d’intervenir pour tenter de lever certaines contraintes, notamment d’apporter des intrants capables de contrôler la toxicité aluminique. De plus, les modes d’exploitation pratiqués dans ce groupe apparaissent comme des facteurs aggravants. Il s’agit du pâturage permanent avec de faibles charges.

Trois groupes proches se différencient des facteurs spécifiques au groupe principal voisin [1] en P3S. Un de ces groupes se compose de stations à sable jaune. Le plus proche du pôle "savane" se compose de prairies récemment créées. Enfin, un groupe très proche de P3S dont les sites se détachent pour des raisons diverses (contribution spécifique des légumineuses plus faible, une biomasse moins importante, un degré de salissement légèrement plus marqué).

Sens de la qualité croissante des sols

Sens de l'accentuation de la dégradation de la végétation des prairies



1] Groupe de prairies issues de sols pauvres de savane qui présentent d'excellentes contributions spécifiques fourragères.

2] Groupe de prairie de plus de 10 ans, au couvert très sain, installées en savanes sur des sols à l'origine très pauvres. Sols dont les caractéristiques sont devenues proches de ceux des sols favorables des zones forestières.

3] Groupe de prairies issues de sols forestiers, ayant d'excellentes contributions spécifiques fourragères.

Figure n° 120 : Rapprochement des stations projetées sur le plan factoriel F1-F2 de l'analyse globale Hill et Smith de toutes les variables. Projection des stations dans le plan factoriel F1-F2 de l'analyse globale Hill et Smith de toutes les variables.

Le pôle PSOF bénéficie d'un milieu favorable mis en valeur par des pratiques adaptées

La morphopédologie est surtout marquée par les hauts de pente et les dômes. Il s'agit de terrains exondés d'origine forestière. Les propriétés chimiques (P, K, Ca, V) et physico-chimiques (pH) de ces sols font partie des meilleures de l'ensemble des sites étudiés.

Les pratiques de ce groupe sont basées principalement sur des rotations élaborées, une forte pression et un chargement important (en matière d'entretien : il n'y a pas de fertilisation, éventuellement des apports d'amendements phosphatés, un désherbage localisé).

Ce mode de gestion des prairies semble utiliser au mieux les conditions favorables de ce milieu. Outre le couvert herbacé qui est de qualité, la biomasse de ces prairies est d'un bon niveau et la teneur en phosphore des graminées fourragères est bonne.

Dans le pôle PAOF les pratiques ne tirent pas profit des conditions satisfaisantes du milieu

Bien qu'apparemment moins favorables que les sols du groupe FQ, les sols de ce groupe présentent une texture (argile) et un niveau de matière organique (taux de C) qui sont le reflet de terrains qui ont ou ont eu des potentiels. Cependant, le mode de gestion pratiqué ne semble pas arriver à éviter la dégradation du couvert de ces prairies. Elles sont initialement plantées avec du *Digitaria swazilandensis* ou du *Brachiaria decumbens* (sans mélange ni association), leur entretien se réalise avec une fertilisation basée essentiellement avec de l'engrais 3*17 (N-P-K), un désherbage en plein, des rotobroyages fréquents, leur exploitation s'effectue avec des chargements modestes et s'organise par des rotations difficilement contrôlées.

Ces pratiques s'inspirent des techniques vulgarisées du temps du "Plan vert".

Il se trouve toutefois des éléments qui laissent à penser qu'une dynamique d'évolution en matière de gestion apparaît. Cette analyse montre des pratiques qui tentent de sortir des schémas standards vulgarisés il y a plus de dix ans. Cela se traduit dans le plan factoriel par l'emploi de scories et d'azote sous forme d'ammonitrate. Ces pratiques, encore trop marginales ne peuvent pas caractériser ce groupe. Il s'agit seulement de quelques "essais" qui sont tentés, comme les tentatives d'associations avec des légumineuses telles que *Calopogonium mucunoides*.

335. Récapitulatifs des principaux résultats de la 1^{ère} campagne

Les gradients de dégradation et de salissement se révèlent fortement liés à certains paramètres liés aux pratiques. En revanche, l'ensemble des analyses multivariées menées lors de la première campagne nous a permis de percevoir l'indépendance des variables du milieu avec l'état des prairies.

Les analyses réalisées lors des trois campagnes suivantes confirment cette neutralité des paramètres du milieu. **Nous soulignons que cette neutralité porte seulement sur les compositions spécifiques et floristiques. En effet, il n'en serait pas de même si nous confronterions les facteurs du milieu avec des critères de productivité des prairies.**

Parmi les prairies les plus saines, nombreuses sont celles qui sont issues de savanes mises en valeur dont les caractéristiques biophysiques présentent de fortes contraintes.

335.1. Précisions sur les prairies issues de savanes pauvres qui apparaissent saines et productives

Cinq stations dont l'origine du terrain était des "savanes pauvres" se situent à présent proches des stations issues de terrains "déforestés" ayant une végétation herbacée non dégradée dans la projection factorielle des stations (fig. n° 120)²³⁰. Ces savanes ont été mises en valeur en *B. humidicola* depuis plus de dix ans, elles ont reçu comme apport annuel : 80 à 100 unités.ha⁻¹ de P₂O₅ sous forme de scories ou de phosphate naturel (pas d'apport d'azote ni de potasse).

335.2. Précisions sur les facteurs étudiés qui interfèrent sur l'évolution de la végétation des prairies

Ils sont issus des corrélations entre variables mises en interactions dans les projections factorielles de nos études. Les interactions nous ont amené à approfondir certaines analyses, par exemples :

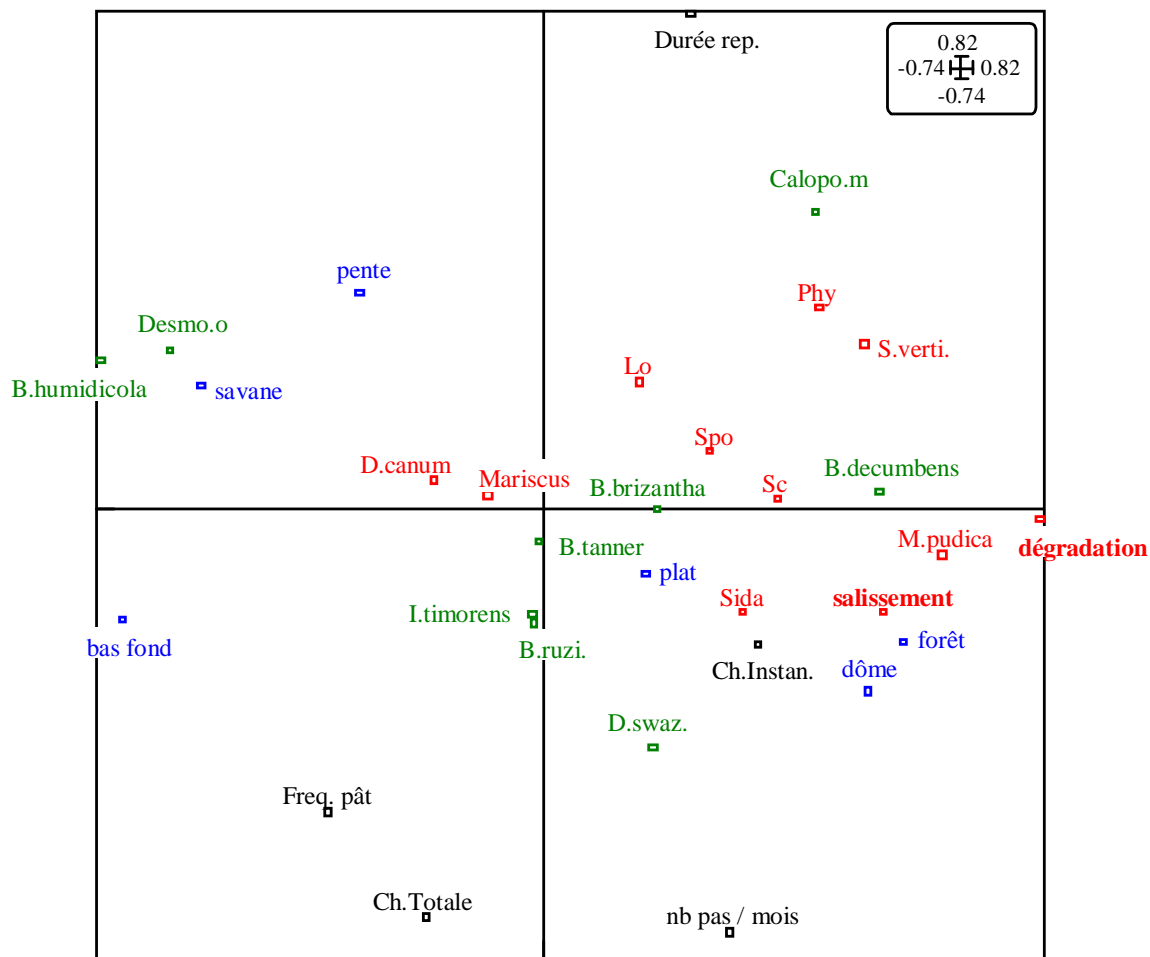
- le pâturage permanent apparaît d'autant plus corrélé aux prairies dégradées quand il est en interaction avec des situations de sous chargement,
- les effets de l'azote (sur l'aspect dégradation des prairies) sont liés aux : dynamiques des adventices, caractéristiques des espèces fourragères, modes de pâtures...

Les conduites intensives du pâturage avec des pratiques extensives d'entretien des prairies (bas niveau d'intrants et peu d'interventions directes), se trouvent souvent liée aux parcelles qui présentent une contribution spécifique fourragère élevée.

Les listes des résultats ci-dessous, sont à apprécier, pour les lecteurs, en fonction de la position des variables et des stations dans les projections factorielles (figures n°120 & 121).

- Les pratiques liées aux prairies les plus saines (proximité des stations et des variables dans les projections factorielles n°120 & 121) :
 - ✓ Recours de l'espèce fourragère *Brachiaria humidicola* (graminée à stolons),
 - ✓ L'association : *Brachiaria humidicola* – *Desmodium ovalifolium*,
 - ✓ Les mises en pâtures tardives des nouvelles prairies (> 9 mois),
 - ✓ Les chargements annuels > 600 kg poids vif. ha.⁻¹ an⁻¹,
 - ✓ Les pâtures à charges instantanées stables et en rotation régulière,
 - ✓ Les apports annuels de P₂O₅ > à 80 kg de P par ha, notamment par phosphate naturel.
- Les pratiques liées aux prairies les plus dégradées et sales (proximité des stations et des variables dans les projections factorielles n° 121 & 122) :
 - ✓ Recours aux espèces fourragères : *Brachiaria decumbens* (graminée plus dressée), *Digitaria swazilandensis* (quand elle est sous fertilisée en azote),
 - ✓ Les mises en pâtures précoces des nouvelles prairies (<6 mois),
 - ✓ Les chargements annuels trop bas (< à 600 kg poids vif. ha.⁻¹ an⁻¹),
 - ✓ Le rabattage mécanique de la végétation,
 - ✓ Les pâtures irrégulières en chargement instantané, en rotation, en temps de passage.

²³⁰ Ex. d'indices : les savanes podzoliques ont pH KCl de 3,9, un C/N > 25, un Al/T > 40% ; ces sols en prairie après plus de 10 ans peuvent évoluer vers un pH KCl de 4,5-5, un C/N de 15-25, un Al/T entre 15-25 %.



En noir, groupe des variables des pratiques explicatives

En bleu groupe des variables d'origine et de topographie explicatives

En rouge, groupe des variables adventices à expliquer

En vert, groupe des variables fourragères à expliquer

Figure n° 122 : Plan factoriel F1-F2 d'une analyse Hill et Smith à partir de toutes les variables étudiées durant le deuxième campagne.

Les variables de pratiques sont issues de moyennes pondérées :

- × la charge totale ou le chargement total d'une parcelle qui s'exprime en kg de poids vif par ha ($\text{kg PV} \cdot \text{ha}^{-1}$). Il s'agit du nombre cumulé de kg de poids vif par jour ($\text{kg PV} \cdot \text{j}^{-1}$) sur l'ensemble des périodes de pâturage, le tout divisé par le nombre total de jours de la période faisant l'objet du suivi (nombre de jours de pâturage ($\sum \text{Tp}_i$) + nombre de jours de repos ($\sum \text{Tr}_i$)).
- × le chargement instantané moyen pondéré d'une prairie qui s'exprime aussi en kg de poids vif par ha ($\text{kg PV} \cdot \text{ha}^{-1}$). Il s'agit pour une parcelle du cumul du poids vif total des troupeaux par ha multiplié par le nombre de jour de présence (Tp_i), le tout divisé par le total de jour de pâture ($\sum \text{Tp}_i$). Des histogrammes d'évolution de la charge instantanée (en $\text{kg PV} \cdot \text{ha}^{-1}$) au cours du temps ont également été réalisés.
- × la moyenne des temps de repousses qui s'exprime en jours. Il s'agit, pour une parcelle, de la durée moyenne des temps de repos (Moyenne des Tr_i).
- × le taux d'occupation des parcelles par des animaux qui s'exprime en %. Il s'agit pour une parcelle du nombre de jours pendant lequel des animaux sont présents sur la parcelle (quel que soit leur nombre) divisé par le nombre total de jours de la période faisant l'objet du suivi (nombre de jours de pâturage + nombre de jours de repos), le tout multiplié par 100. On le nommera dans l'analyse : taux de pâturage.
- × le nombre de passages par mois qui correspond au nombre de passage d'un troupeau dans une parcelle (nombre de fois où un troupeau est entré sur la parcelle) quelle que soit la durée de ce passage, divisé par le nombre de mois correspondant à la période de suivi.

336. Etudes approfondies des facteurs les plus liés à la dégradation des prairies

Les gradients de dégradation et de salissement des prairies, s'avèrent liés fortement avec de nombreux paramètres relevant des "Variables de Pratiques". Les principales variables impliquées appartiennent principales aux thématiques du couvert fourrager et du mode de conduite du bétail au pâturage.

Ces deux thématiques étaient illustrées par de nombres variables, mais sans cohérence fonctionnelle forte. La première étude qui a fait l'objet des analyses présentées précédemment a néanmoins montré que les variables sur les espèces fourragères, les types de couverts²³¹, les modes de conduite des animaux et des pâtures²³², convergeaient en se répartissant le long de l'axe d'expression de la dégradation et de salissement des prairies.

En l'état de nos résultats, nous pouvons poser quelques hypothèses complémentaires :

- i) les espèces fourragères les plus couvrantes, les plus stolonantes, en couvrant plus le sol, pourrait contribuer à la protection des prairies contre le recrutement de nouveaux plants d'adventices ; pour exemple, *Brachiaria humidicola*, espèce très stolonante est la plus présente dans les stations saines,
- ii) les faibles chargements pourraient être un facteur fort de perturbations du couvert herbacé qui contribueraient aux processus de dégradation et de salissement.

336.1. Réajustement de variables sur les pratiques

Les variables qui ont été retenues initialement, pour caractériser le couvert herbacé fourrager, étaient qualitatives (une modalité par espèce ou groupe d'espèces et par type de couvert). Afin d'approfondir leurs incidences sur les prairies, nous avons fait le choix de prendre en compte, pour les analyses, les contributions spécifiques de chaque espèce fourragère, soit des variables continues. Ces informations offraient plus de précisions. Le couvert pouvait ainsi être analysé dans toutes ces dimensions de compositions floristiques (cortège) et de végétation (proportion).

La partie conduite du pâturage et du bétail a fait l'objet d'études plus précises dès la deuxième campagne. Dans un premier temps nous avons eu recours à une "batterie" de variables continues précises (Cf. page précédente). Les premières analyses réalisées avec ces variables, ont montré que la caractérisation des modes de gestion des prairies par des moyennes pondérées ne permettait pas de mettre en avant les effets de ces pratiques sur l'évolution du couvert herbacé. Ces variables présentent comme inconvénients d'écraser les variations éventuelles, les amplitudes qui pourraient jouer un rôle sur la dégradation des prairies. Par exemple, une valeur faible de charge instantanée moyenne peut correspondre à une seule période de pâture avec une charge instantanée forte. Or ce sont les perturbations, les fluctuations dans la gestion qui peuvent inverser les niveaux des contributions spécifiques. Par ailleurs, certaines variables, comme le nombre de passage par mois, peu représentatives d'un mode d'exploitation, n'apportaient pas d'information intéressante et ont été éliminées des analyses suivantes.

²³¹ Couvert herbacé fourrager : monospécifique, mélange de graminées fourragères, association graminée(s) – légumineuse(s) fourragère.

²³² Durée de passage des animaux, les niveaux de chargement, les pressions de charge, les rotations, les temps de passage (de pâture), les temps de repousses.

En revanche, l'importance du choix des espèces fourragères à l'implantation est très nettement mise en avant (figure n°122). Nous y voyons trois espèces fourragères très démarquées :

- *Brachiaria decumbens*, proche des forts niveaux de dégradation et de salissement,
- *Brachiaria humidicola*, à l'opposé (correspondant aux zones de prairies saines),
- *Digitaria swazilandensis*, en situation intermédiaire.

A noter aussi, dans cette analyse, que se révèle nettement : l'opposition savane / forêt, ce qui confirme, dans ce domaine, les résultats obtenus lors des analyses initiales (avec les données de première campagne).

Les résultats des premières analyses de la deuxième campagne, nous a amené à revoir nos variables qui concernaient la conduite des pâtures et du bétail. Les paramètres de l'hypothèse de base (élaborée en regard des résultats de l'année précédente) n'étaient pas valides, ou les variables retenues n'étaient pas assez représentatives des pratiques des éleveurs.

Nous avons tenté de redéfinir les variables à retenir sur ces sujets et surtout de trouver la meilleure façon de les exprimer qui mettrait en avant toutes les amplitudes de fonctionnement qui nous semblent influencer sur l'évolution du couvert herbacé. Notre questionnement s'exprimait ainsi : Quelles sont les variables capables d'exprimer le mode d'exploitation ?

Après consultations et réflexions (notamment auprès de membres du comité de pilotage de nos études), nous avons choisi de pré - traiter les informations de conduite à travers des graphes d'exploitation (profil de pâturage). Ces graphes ont ensuite fait l'objet de caractérisations et de regroupement par grands traits (voir les pages sur la méthodologie de cette section de résultats § 327 ; fig. n°100). Les neuf types de "profil de pâture" obtenus ont été traités, dans les analyses factorielles, comme neuf modalités d'une variable discontinue sur les conduites des pâtures.

336.2. Analyses approfondies sur les conduites des pâturages et espèces fourragères

Les analyses (de la deuxième à la quatrième campagne) qui portaient sur les relations entre l'état des couverts, les espèces fourragères et les modes de conduites se sont réalisés à partir des variables suivantes :

Tableau n°19 : Variables sur les pratiques de conduite

Code	Variables	Commentaires
Chg	Charge totale	Kg PV.ha ⁻¹ .an ⁻¹
TxP	Taux de pâturage	% (du temps)
Typat	Type de pâturage	Codés 1 à 9 ("profil de pâture")
O	Milieu d'Origine	1 => pour savane 2 => pour forêt

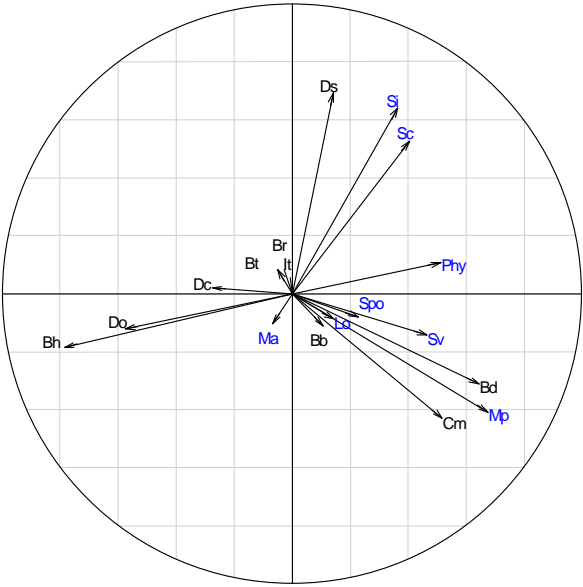
Tableau n°20 : Variables sur la végétation

Code	Variable	Commentaire
Bh	Graminée fourragère	<i>Brachiaria humidicola</i>
Bd	Graminée fourragère	<i>Brachiaria decumbens</i>
Ds	Graminée fourragère	<i>Digitaria swazilandensis</i>
Bb	Graminée fourragère	<i>Brachiaria brizantha</i>
Bt	Graminée fourragère	<i>Brachiaria tanner</i>
Br	Graminée fourragère	<i>Brachiaria ruziziensis</i>
It	Graminée fourragère	<i>Ischaemum timorens</i>
Do	Légumineuse fourragère	<i>Desmodium ovalifolium</i>
Cm	Légumineuse fourragère	<i>Calopogonium mucunoides</i>
Dc	Adventice neutre	<i>Desmodium canum</i>
Mp	Adventice	<i>Mimosa pudica</i>
Sv	Adventice	<i>Spermacoce verticillata</i>
Ma	Adventice	<i>Mariscis sp.</i>
Phy	Adventice	<i>Phyllanthus sp.</i>
Spo	Adventice	<i>Sporobolus sp.</i>
Sc	Adventice	<i>Senecioides cinerea</i>
Lo	Adventice	<i>Ludwiga octovalis</i>
Si	Adventice	<i>Sida sp.</i>
D	Dégradation	Proportion des adventices dans le tapis végétal de la prairie.
S	Salissement	Nombre d'espèces différentes d'adventices.

Les étapes du traitement des bases de données comportant ces variables :

1. Analyse : ACP normée : 18 variables intégrées ←
X 135 parcelles (sites – stations)
2. Analyse : AFC. Mêmes 18 variables X 135 parcelles (sites – stations)
3. Analyse des variables à expliquer et de végétation
ACP normée => 20 variables X 135 parcelles (sites – stations)
↳ 18 précédentes + °d de dégradation + ° de salissement
4. Analyse des variables sur les pratiques de conduites
Analyse Hill & Smith : 2 variables quantitatives + 2 variables qualitatives (11 modalités²³³)
[liste de ces variables Cf. page précédente]
X 135 parcelles (sites – stations)
5. Analyse globale Hill & Smith
24 variables intégrées X 135 parcelles (sites – stations)
↳ dont 2 variables qualitatives (comprenant au total 11 modalités)

²³³ Suivant les campagnes, les bases de données comportent moins de modalités de "profils de pâture".



Cercle des corrélations des variables de l'ACP préliminaire
sur les variables botaniques (en bleu les adventices).

d = 2

Figure n°123 : Plan factoriel 1-2

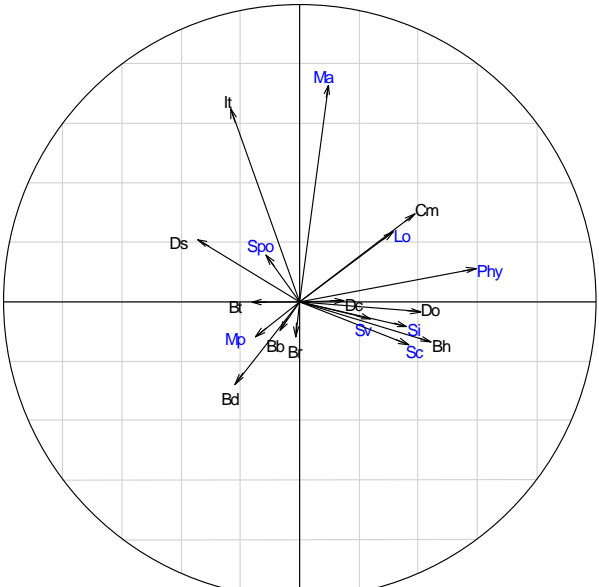


Figure n°124 : Plan factoriel 3-4

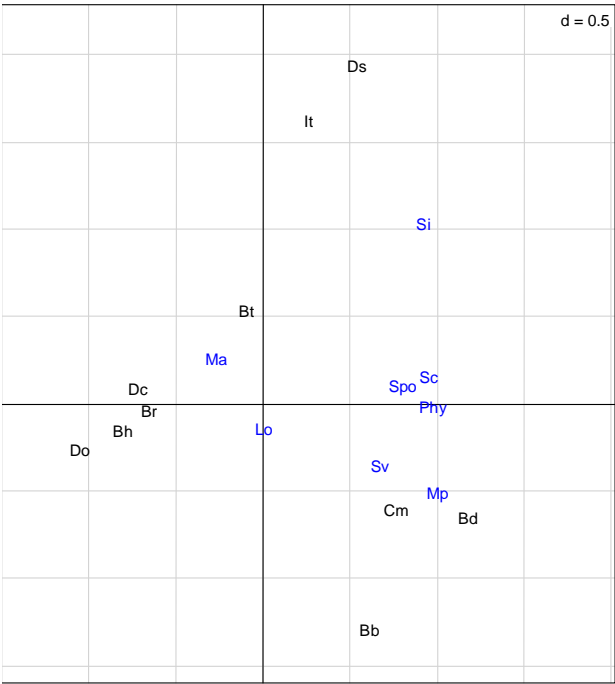


Figure n°125 : Plan factoriel 1-2

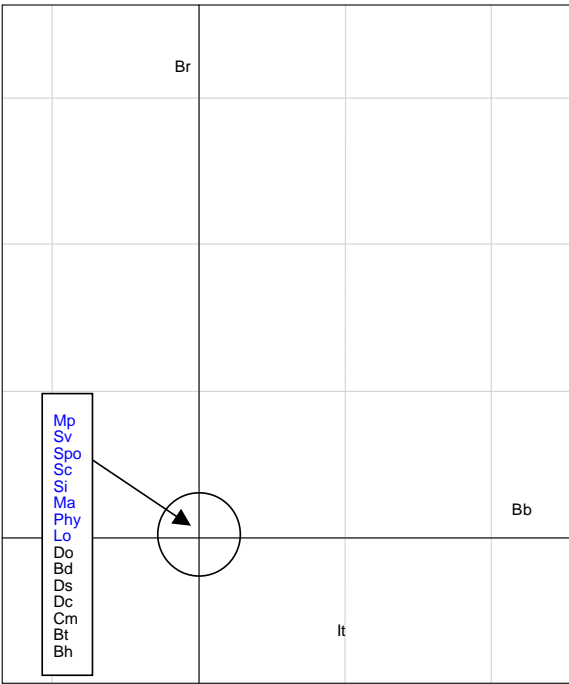
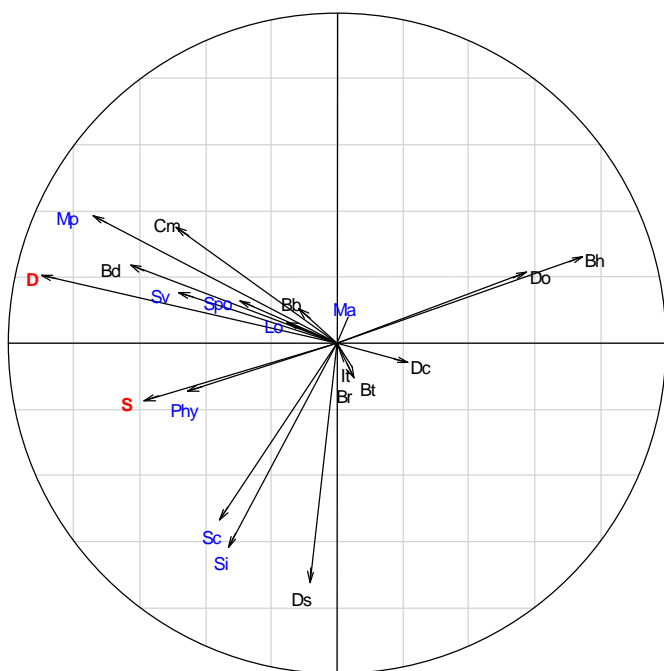


Figure n°126 : Plan factoriel 3-4

AFC préliminaire sur les variables botaniques retenues. Projection des variables (en bleu les adventices).

336.3. Interprétations des analyses suivant les conduites des pâturages et les espèces fourragères



ACP sur les variables à expliquer (analyse globale). Cercle des corrélations des variables
(En bleu les adventices, en rouge les degrés de dégradation [D] et de salissement [S])

Figure 127 : Plan factoriel 1-2

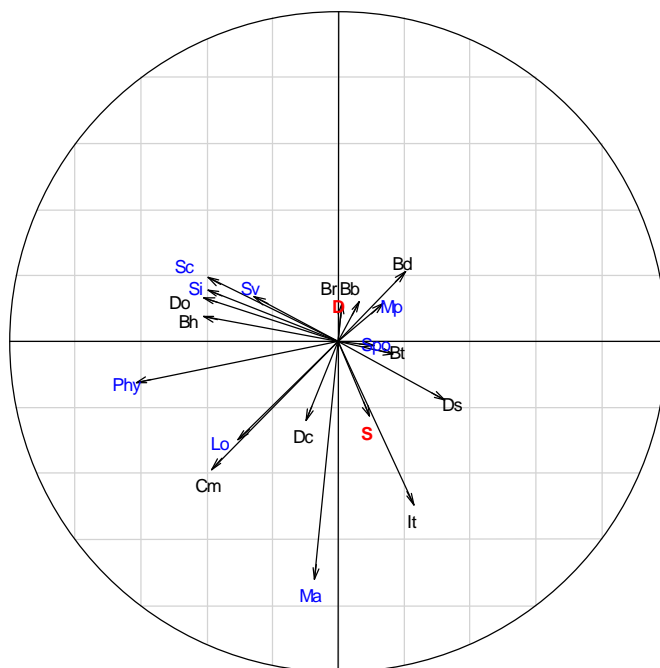


Figure 128 : Plan factoriel 2-3

Remarques sur le positionnement des variables concernant le couvert herbacé

Mimosa pudica (Mp) s'exprime nettement comme l'adventice majeure. Sa variable est très proche du degré de dégradation (ACP ci-dessus).

Spermacoce verticillata (Sv) à une tendance proche de celle *Mimosa pudica*, avec toutefois un positionnement démarqué qui se remarque surtout dans les projections en plan 3-4.

Mariscis sp. (Ma), adventice au sens agronomique, a une variable dont les positionnements se révèlent indépendants des autres adventices. Dans les plans 1-2 elle se trouve proche de l'intersection des axes et dans les plans 2-3 des ACP elle s'exprime dans l'axe 4, signe qu'il peut s'agir d'une plante pouvant avoir une occurrence de présence marquée mais n'ayant pas des caractéristiques d'abondance. D'où le statut qui peut être assigné à ce type "d'espèce non envahissante" (à priori).

Les autres adventices ont des positions intermédiaires qui renforcent l'expression des degrés de dégradation et de salissement.

Deux espèces fourragères s'opposent :

- *Brachiaria decumbens* (Bd) présente une variable proche des forts niveaux de dégradation et d'une contribution spécifique élevée de *Mimosa pudica*,
- *Brachiaria humidicola* (Bh) a une variable en opposition à *Brachiaria decumbens* et aux forts degrés de dégradation et de salissement.

Les autres espèces fourragères ont des positions intermédiaires voir indépendantes qui s'expliquent par d'autres facteurs (à regarder avec les situations des stations).

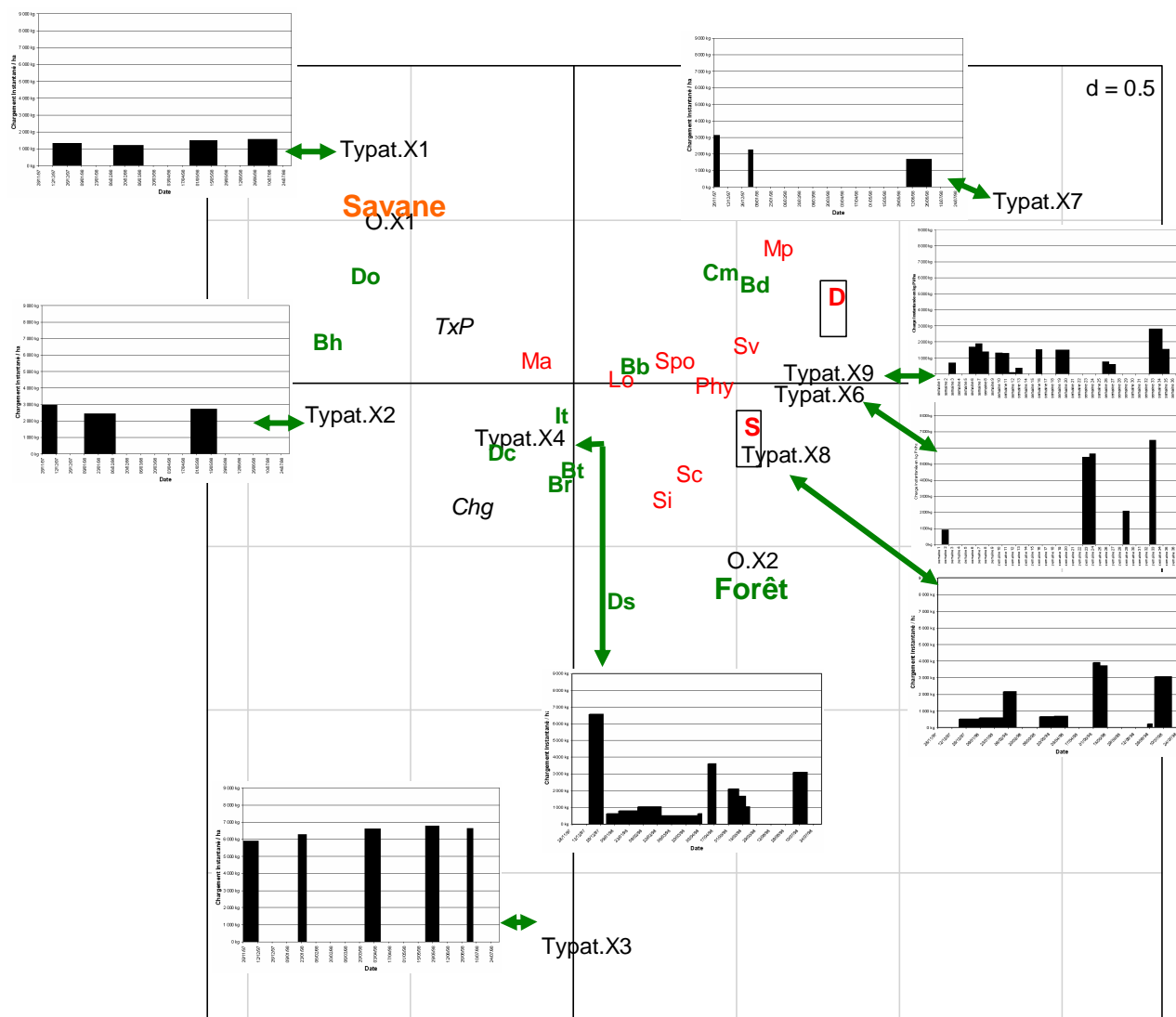


Figure n°129 : Plan factoriel 1-2 de l'analyse de Hill et Smith globale. Projection des variables.

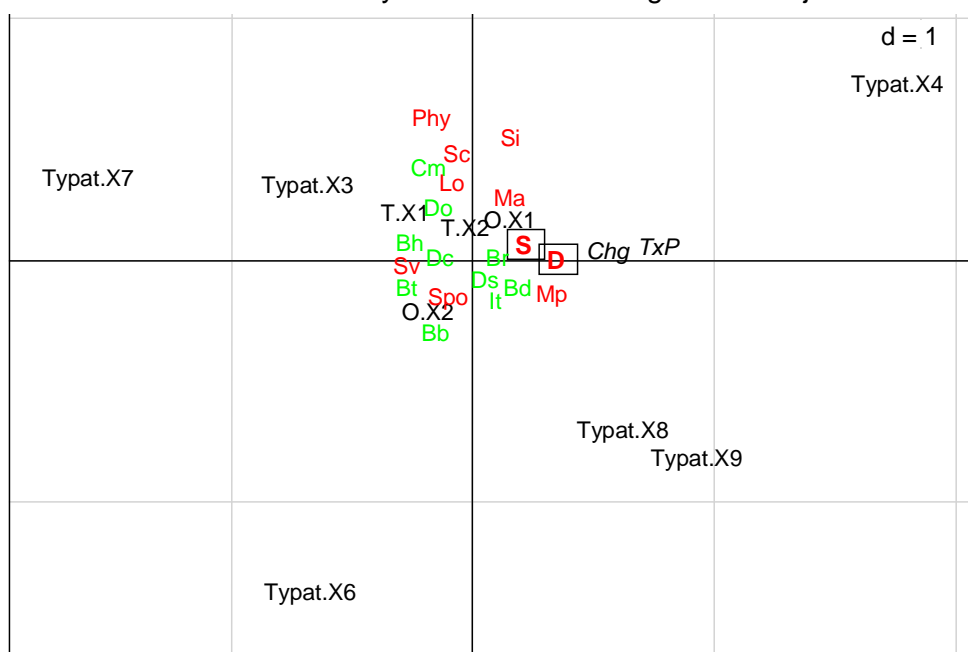


Figure n°130 : Plan factoriel 3-4 de l'analyse de Hill et Smith globale. Projection des variables.

Analyse des variables de végétation et des pratiques de conduite du pâturage 2^{ème}

Commentaires sur le positionnement des variables dans les analyses portant sur l'étude de l'impact des "profils de pâture"

L'opposition sur l'origine des terrains : forestiers / de savane

Le milieu d'origine ne semble pas jouer de façon prioritaire sur l'état des prairies, comme cela a été constaté dès la 1^{ère} campagne. Ce positionnement très net s'est retrouvé clairement dans toutes les analyses au cours des quatre campagnes. Origine et qualité des terrains qui n'indique aucune relation d'influence caractérisée avec l'état des prairies. Des observations et interprétations plus détaillées, en regardant station par station, montre néanmoins que les paramètres du milieu peuvent tout de même influencer indirectement (condition de déforestation) sur les phénomènes de dégradation.

Sur les savanes, la principale graminée fourragère implantée est *Brachiaria humidicola* où se trouve également la légumineuse fourragère *Desmodium ovalifolium*. Sur les prairies issues de déforestation, *Digitaria swazilandensis* est la graminée principalement implantée.

Cette configuration ne reflète pas forcément un choix raisonné²³⁴ selon le terrain, mais témoigne plutôt de l'histoire de l'implantation de ces prairies (déforestation massive durant le "Plan Vert" avec préconisation d'implanter en *D. swazilandensis* et *B. decumbens* puis exploitation des savanes naturelles avec implantation nouvelle de *B. humidicola*). La position des variables indiquant l'origine forestière des terrains (contrairement au variable indiquant l'origine de savane des terrains), pourrait être liée à cette implantation de départ en graminées fourragères plus délicates à gérer.

Importance du choix de la graminée fourragère à l'implantation

Le degré de dégradation, les variables botaniques *B. humidicola* et *B. decumbens* fournissent des informations marquée. Nous pouvons déduire que l'implantation de la graminée *B. humidicola* apparaît plus liée à l'état de prairies saines (plus favorable à la pérennisation) alors que la graminée *B. decumbens* est dans toutes les analyses proches du pôle dégradation. Avec cette graminée, certaines zones sont mises à nu ce qui induit des perturbations dans le fonctionnement du couvert.

Le positionnement de *Digitaria swazilandensis* est moins net. Nous voyons par l'étude station par station, que les situations des prairies de cette espèce se révèlent très contrastés. La plupart sont dégradées à très dégradés. Toutefois, cette espèce, associée à certaines pratiques permet d'obtenir des prairies saines et bien implantées (fertilisation). Dans ces prairies, cette espèce fourragère peut être considérée comme une plante protégeant le couvert herbacé des dégradations. Nous avons noté que dans nos échantillons de nombreuses parcelles implantées en *D. swazilandensis* ont reçu une fertilisation intense (ammonitrates, fientes de volailles) se qui pèse sur les analyses globales. Ces prairies restent saines quand elles bénéficient d'apport d'azote régulièrement. *D. swazilandensis* présente un développement en stolon plus marqué dans les stations azotées alors qu'à l'inverse lorsqu'il n'y a pas d'apports de fertilisants, notamment azotés, les plants sont plus dressés et le couvert prairial moins dense.

²³⁴ Ceci doit être modéré car pour certaines espèces, le milieu d'implantation est un minimum raisonné (jamais de *B. decumbens* et surtout de *B. brizantha* sur sols de savane très hydromorphes).

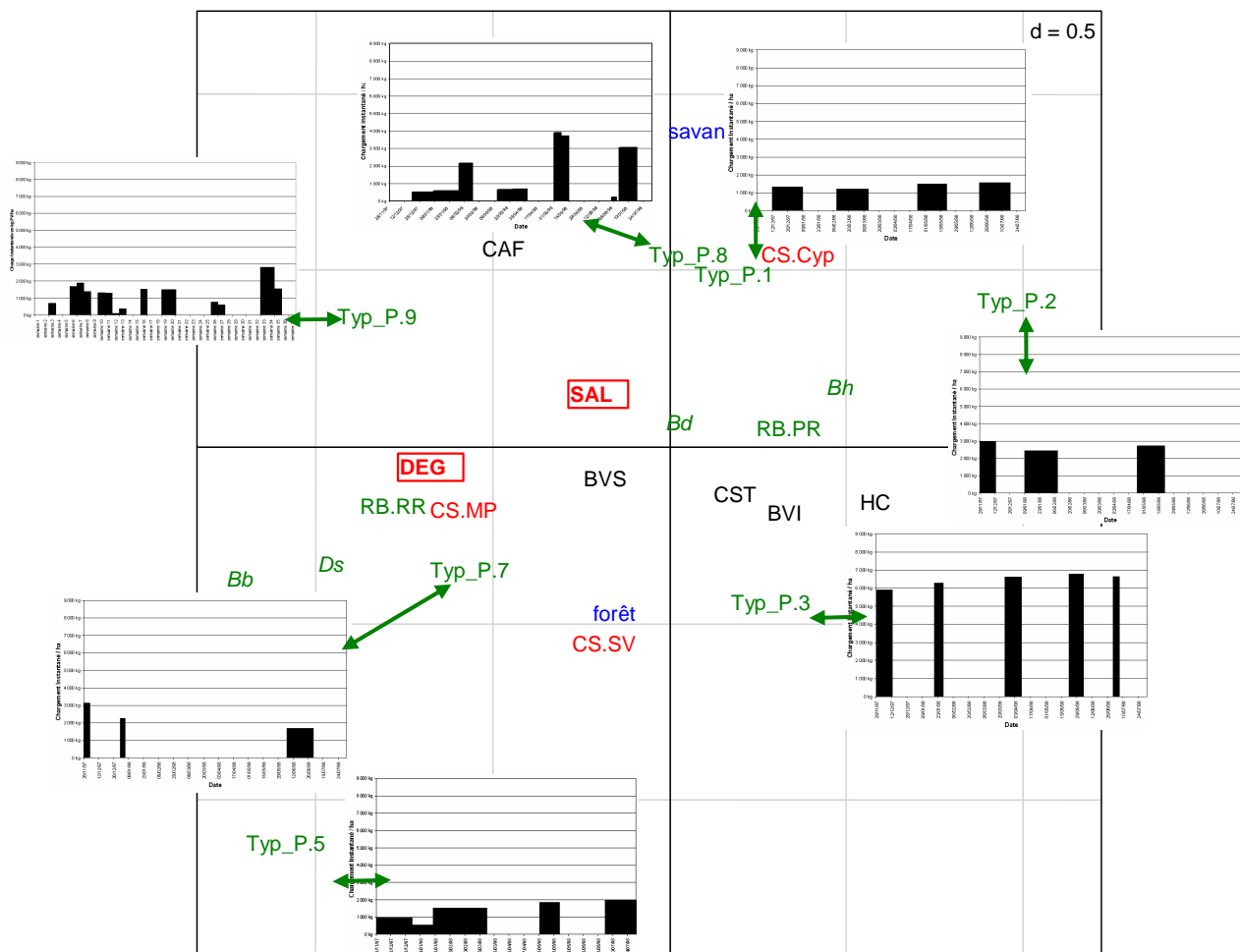


Figure n°131 : Plan factoriel 1-2 AHS de la 3^{ème} campagne.

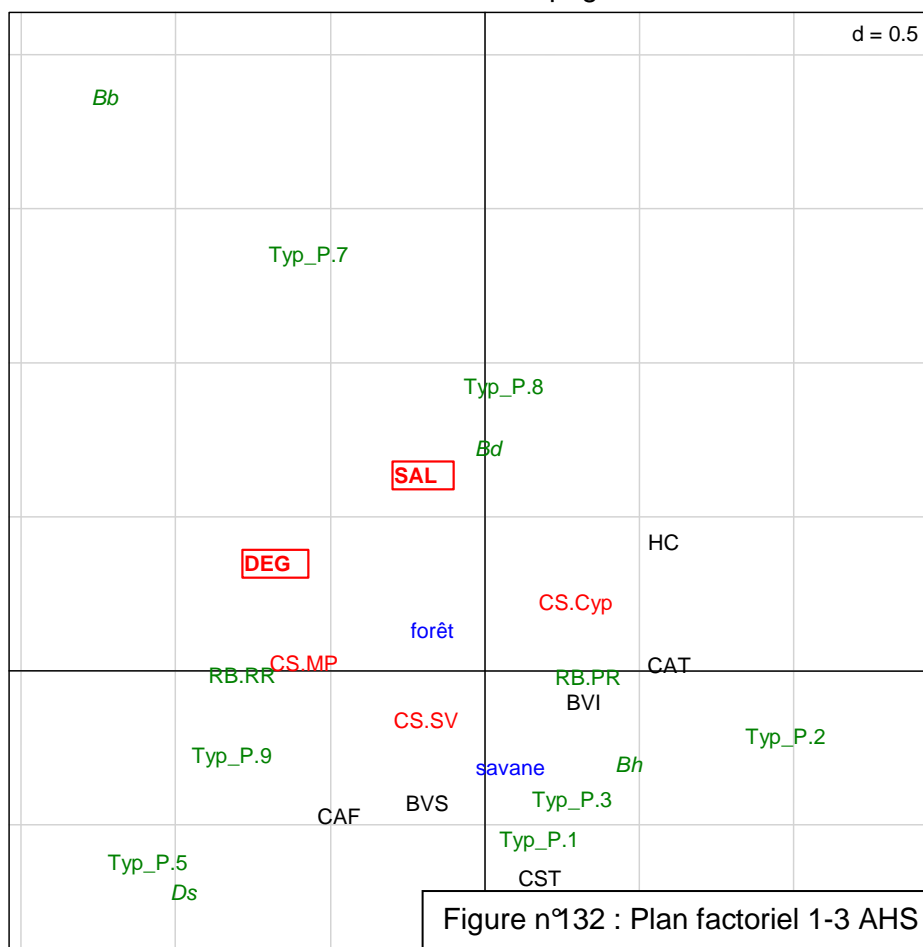


Figure n°132 : Plan factoriel 1-3 AHS 3^{ème} camp.

AHS Structure – Dégradation – Pratiques – Milieu. Projection des variables (les variables de structure en noir, de dégradation en rouge, de pratiques en vert et de milieu en bleu) 3^{ème} campagne.

Dans des conditions identiques d'absence d'apport d'engrais, les prairies en *Brachiaria decumbens* ou *Digitaria swazilandensis* sont liées, de façons identiques aux forts risques de dégradation et de salissement. Toutefois, au global, comme le montre les analyses factorielles, les prairies en *B. decumbens* sont plus souvent dégradées car d'après nos entretiens avec les éleveurs sur leurs perceptions du comportement des espèces fourragères, ils considèrent qu'il faut en priorité apporté une fertilisation à *D. swazilandensis* connotée plus fragile mais plus appréciée pour des critères d'appétibilité et de digestibilité. Les prairies de cette espèce sont souvent octroyées pour des fonctions spécifiques : animaux aux sevrage, animaux en convalescence, animaux en finition, vaches après mises bas. *B. decumbens*, est considérée plus rustique mais avec une moindre valeur alimentaire. Les prairies en *B. decumbens* sont surtout destiné à des animaux dont les besoins sont jugés moindres : jeunes taurillons ou génisses, vaches sans veau.

Caractérisation botanique de la dégradation et du salissement

La dégradation s'exprime essentiellement par deux plantes : *Mimosa pudica* (*M. pudica*) et *Spermacoce verticillata* (*S. verti*). Le coefficient de corrélation entre *dégradation* et *M. pudica* est toujours supérieur à 0.85. En effet, lorsque ces deux adventices sont présentes, leur capacité de colonisation du milieu étant très forte, elles recouvrent très rapidement les surfaces au détriment des espèces fourragères initialement implantées. Ce caractère envahissant sur de courtes durées (en deux mois le rapport des contributions spécifiques peut s'inverser au profit des indésirables) les porte au rang d'adventices les plus «dangereuses».

Le salissement est plus proche de *Spermacoce verticillata* (que de *Mimosa pudica*) et d'espèces comme *Senecioides cinerea* (*Sc*) et *Sida sp.* (*Si*), espèces adventices qui ont une occurrence d'apparition faible mais qui, lorsqu'elles sont présentes, ont une contribution spécifique élevée. Ainsi ces deux espèces pourraient être des indicateurs biologiques de la richesse de la flore.

Le *Mariscus sp.* (*Mariscus*), que l'on peut considérer comme représentatif de la famille des cypéracées, de part sa position centrale, n'est pas un indicateur botanique d'une tendance, que ce soit dans le sens de la dégradation et/ou du salissement ou bien de la « propreté » d'une prairie.

Les pratiques liées à l'état des prairies

Des types de gestion du pâturage avec des rotations régulières (type 1, 2, 3) apparaissent clairement comme les plus favorables à l'obtention et probablement au maintien de prairies de qualité (non dégradées). Dans les différentes analyses, pendant trois ans, le positionnement des modalités de ces types de conduite de pâture est toujours loin du pôle dégradation sur les plans factorielle des analyses H & S.

Le type 2 présente des niveaux de chargement médians et réguliers. C'est ce type qui se trouve le plus lié aux stations les plus saines.

Le type 1 se caractérise par de plus faibles charges instantanées (< à 2.000 kg de PV.ha⁻¹). Les parcelles conduites suivant ce mode se situent dans la zone des prairies assez saines. Leur niveau de charge totale annuelle est modeste (souvent inférieure à 700 kg de PV.ha⁻¹), mais elles sont en terrain de savane (où la productivité de biomasse est plus basse). En conséquence le niveau de pression peut être considéré comme similaire au type 2. Les stations liées au type 1 connaissent les niveaux de contraintes agrologiques et hydrologiques les plus forts, elles présentent néanmoins de très faibles degrés de salissement et de dégradation.

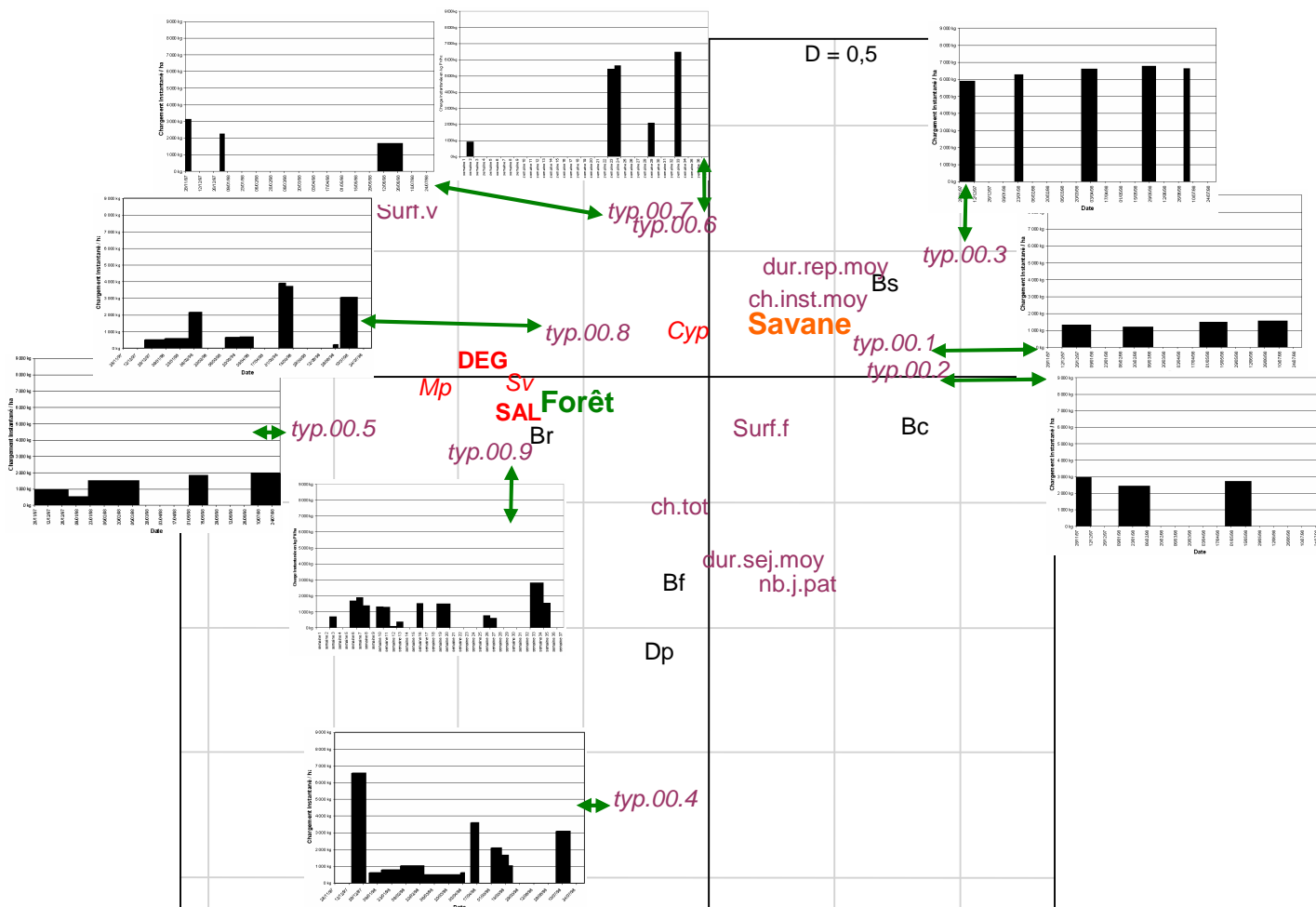


Figure n°133 : Plan factoriel 1-2 AHS de la 4^{ème} campagne.

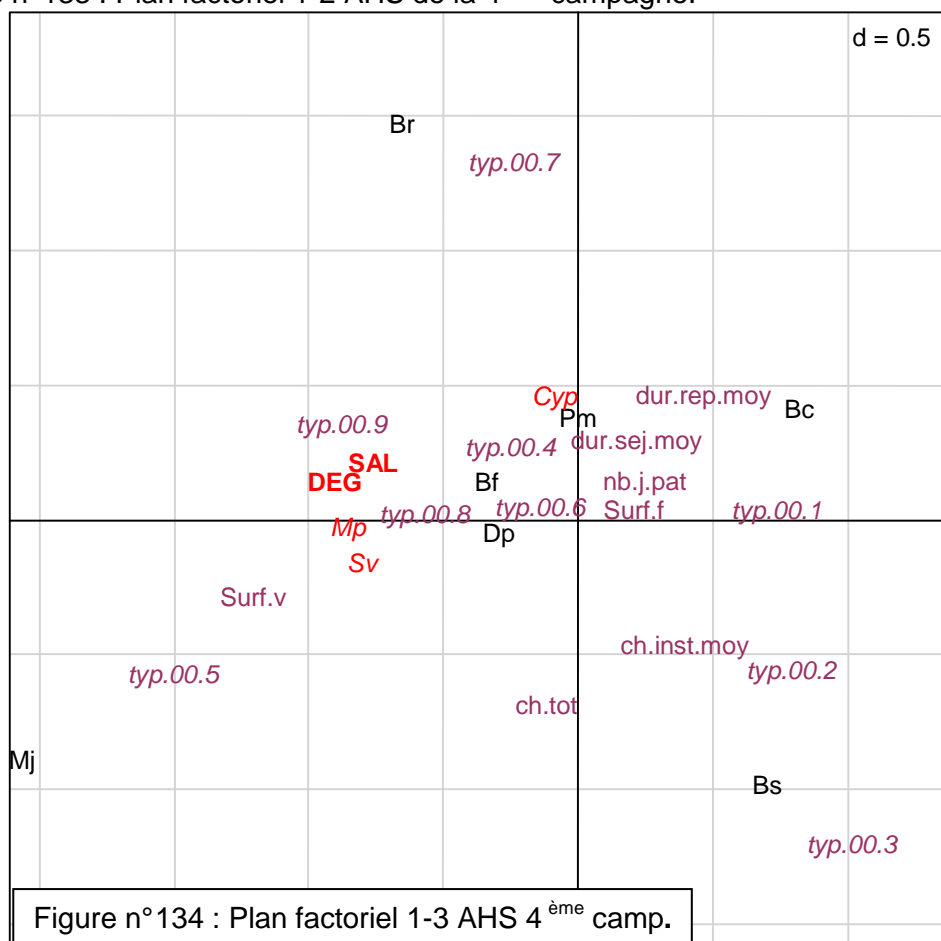


Figure n°134 : Plan factoriel 1-3 AHS 4^{ème} camp.

AHS quatrième campagne localisation – infestation – modes de gestion (Projection des variables)

Le type 3 qui se caractérise en premier par une régularité des rotations et des niveaux de chargement instantané peut être qualifié de pratique à faible niveau de risque, au regard de la qualité du couvert des stations conduites de cette manière. Son niveau de chargement, notamment instantané, est très élevé contrairement aux autres types qui présentent aussi une très nette régularité en charge et rotation. Les stations ainsi conduites se situent soit sur terrain drainant dont une proportion importante sont issue de déforestation. Nous relevons toutefois, qu'avec des temps de passage du troupeau courts associés à de fortes charges instantanées, il peut y avoir des effets de surpâturage. Celui-ci a pour conséquence une mise à nu de certaines zones, s'il est réalisé notamment sur certaines graminées fourragères plus *tallantes* (comme *B. decumbens*, *B. brizantha*...). Cette ouverture directe du sol, exposé alors aux rayonnements solaires, peut accélérer la levée et la croissance de plantules d'adventices qui sont susceptibles de prendre le pas sur la fourragère implantée.

Dans le cas de graminées *stolonantes* comme *B. humidicola*, *D. swazilandensis* (fertilisée), le phénomène est largement diminué par l'effet couvrant de ces plantes²³⁵ lorsqu'elles sont installées, même après le passage du bétail (réseau dense de stolons au sol qui limite la levée des adventices). De plus, par rapport aux types 1 et 2, des temps de passage des troupeaux courts ont pour conséquence une exploitation de la parcelle par « à-coups » ce qui peut avoir un effet perturbateur. Une gestion des pâturages de type 3 semble donc plus « risquée » que de type 1 dans certaines conditions.

Ces 3 types de gestion des pâturages, associés pourtant à une même notion de régularité dans les rythmes de rotation, n'ont pas les mêmes incidences sur l'état du couvert herbacé notamment lorsqu'ils sont combinés à d'autres pratiques (choix d'espèces fourragères, fertilisation) qui peuvent modifier les tendances. Les facteurs de régularité en rotation et charge instantanée se révèlent très liés à l'état des prairies, néanmoins d'autres facteurs interviennent, notamment ceux sur la végétation et la flore fourragère. Deux espèces fourragères se positionnent nettement en opposition dans toutes les analyses : *B. humidicola* se trouve surtout dans les stations qualifiées de saines. A l'inverse, une grande proportion de stations à forts degrés de dégradation et de salissement a comme espèce fourragère *B. decumbens*.

Des pratiques qui augmentent le risque de dégradation et de salissement

A) Les modes de gestion avec des temps de repousse longs

Une stratégie de type 6, avec une longue période de repousse dans le but, selon le dire d'éleveurs, d'un « étouffement » des mauvaises herbes, semble se révéler comme un mode de pratique à risque (toujours dans le sens de la dégradation). Lorsque les adventices sont arrivées au stade lignifié (et à maturation), les zones à refus²³⁶ sont importantes car pas appréciées par le bétail (contrairement aux jeunes plantules). Ce phénomène est encore plus accentué pour *M. pudica* qui a des tiges couvertes d'épines, qui sont peu sensibles au piétinement et dont la banque de semences de cette espèce est très importante (plante qui à forte fructification toute l'année). Ainsi ces plants ne peuvent pas être éliminés par un passage du bétail avec une forte charge instantanée, on aura un couvert végétal clairsemé propice à la colonisation des mauvaises herbes. Au final les situations les plus à risque se rencontrent lorsque :

- le temps de repousse est long,
- les passages sont réalisés avec une forte charge instantanée,
- le couvert végétal est clairsemé après le passage du troupeau.

²³⁵ Il existe cependant un « gradient » de stolons en terme de taille et donc de résistance. Ainsi la graminée *D. swazilandensis* est plus fragile (surtout au piétinement) car ses stolons sont très fins.

²³⁶ Mélange d'adventices et de fourrage non accessible formant un « buisson ».

De plus les risques semblent augmenter selon le couvert en place. Par exemple, les parcelles ayant pourtant le même mode d'exploitation de type 6 se situent très différemment par rapport à la dégradation.

Les stations tirées (dans les analyses factorielles) à la fois par son mode d'exploitation et par *Brachiaria humidicola* comme graminée dominante ont une situation relativement démarquée du pôle de dégradation, tandis que celles implantées en *Brachiaria brizantha* sont très proches du pôle dégradation. La graminée *Brachiaria humidicola* supporterait mieux ce type de conduite (effet le couvrant de cette graminée stolonante est importante alors que *B. brizantha* est une plante strictement dressée).

Le type 7 se situe du côté de la *dégradation*, mais cette conduite semble réduire le cortège d'adventices de part son éloignement et son opposition avec le *salissement*. L'explication biologique est peut être une plus faible accessibilité de la lumière au sol par rapport au type 6 due à des charges instantanées plus faibles. Cependant ce mode de gestion ne conduit qu'à une diminution du cortège floristique des mauvaises herbes (prairie moins « sale ») mais ne permet pas d'obtenir des prairies non dégradées. Là aussi, selon la graminée implantée, les effets de ce type de conduite sont différents : les stations implantées en *B. decumbens* sont plus proche du secteur caractérisé par la dégradation que les prairies conduite également par un mode de type 7 mais implantée en *B. humidicola*.

Les différences dans l'état du couvert herbacé à la sortie du troupeau sont à l'origine de différences dans le niveau de dégradation et de salissement et il suffit de quelques variations dans les modes de gestion pour obtenir des effets très différents sur l'évolution du cortège floristique : dans le sens de la dégradation et/ou du salissement ou bien dans le sens d'un maintien de pâturages propres et non dégradés.

B] Les modes de gestion avec des charges instantanées variables

Le type 8 se positionne du côté de la dégradation avec également un rapprochement marqué avec le salissement. Ce mode de conduit, malgré une régularité dans les rotations, des amplitudes de charge très élevées est propice à un envahissement des prairies avec un grand cortège d'adventices. Ces variations en charge entraînent des variations du profil du couvert avec des alternances de prélèvements forts (lumière au sol favorable à la levée d'adventices) et de prélèvements faibles (pression insuffisante pour éliminer les mauvaises herbes et création de foyers potentiels pour leur développement).

La gestion de type 9 est le mode qui présente le plus d'irrégularité autant en matière de rotation (temporalité des passages et repos) que de niveau de chargement instantané. Les stations ainsi conduites se classent nettement dans les catégories de couverts les plus dégradés et sales, avec celles conduites suivant le type 8. L'état de ces prairies provient aussi du fait qu'elles ont été pour la plupart implantées avec des espèces ayant moins de faculté pour couvrir le terrain, notamment *B. decumbens* et *B. brizantha*. Ces stations dont les prairies sont en *D. swazilandensis* ont montré leur faculté à se maintenir à de faibles niveaux de dégradation et de salissement lorsqu'elles bénéficiaient d'apport d'intrants azotés. Sans ces apports, les prairies en *D. swazilandensis* conduites par des modes irréguliers (types 8 ou 9) se dégradent et se salissent. Comme indiqué précédemment, cette espèce répond fortement à ces apports en développent notamment des stolons, bien que fins, peuvent présenter une forte couverture du terrain. Cette remarque nous a d'ailleurs amené à nous intéresser au type de port des espèces fourragères et à la structure du couvert. Cette prise en compte est présentée dans la section de résultats suivants.

C] Cas des pâturages pseudo-permanents

Les pâturages pseudo-permanents de type 4, présentent un positionnement indépendant. Malgré des niveaux de charge instantanée irréguliers, les prairies ainsi conduites sont rarement très dégradées. L'évolution de ces prairies dépend, au vu du positionnement des stations, de leurs espèces fourragères en place (mêmes remarques que précédemment) et de quelques particularités d'entretien, dont la réponse dépend des espèces.

Le type 5, se caractérise par sa régularité des niveaux de chargement, mais avec des absences de pâture plus marquée. Les stations conduites suivant ce type se répartissent dans des zones d'état plutôt intermédiaires. Celles aux qualités les plus médiocres correspondent à des pâtures fréquentes mais discontinues dont le couvert fourrager se compose principalement en *D. swazilandensis* et dont l'entretien est faible. Les prairies ainsi utilisées (de façon presque permanente) s'inscrivent dans une logique de parcelles où les animaux peuvent être facilement surveillés, suivis (veaux sevrés, animaux convalescents, taureaux).

D] Charge totale et taux de pâturage

Ces deux critères, étant donnée leur position dans les projections factorielles, par rapport aux variables d'état des prairies, ne semblent pas rentrer dans une logique explicative marquée de la dégradation ni du salissement. Cependant le risque d'envahissement des prairies semble moins important avec des charges totales fortes qu'avec des charges totales faibles. Ainsi, en situation des prairies installées, le surpâturage pose en premier lieu des problèmes de diminution de croissance des animaux, liée à une exploitation trop intense de l'herbage ; il peut aussi empêcher l'installation correcte d'une prairie. En sous-pâturage, les touffes de refus sont plus importantes et l'évolution du couvert est alors plus souvent perturbée.

E] Enseignement général sur les modes de conduite du pâturage

Au global, la caractéristique principale différenciant les modes de conduite est la régularité. La régularité dans les : temps de passage / temps de repousse (avec modulation éventuel suivant la pluviométrie) ; la régularité des niveaux de chargements instantanés avec ajustement suivant les saisons et terrains. La maîtrise de la pression se révèle avec celle de la régularité des facteurs favorables au maintien des couverts herbacés des prairies.

Les types de conduites sont néanmoins à apprécier suivant les espèces fourragères présentes et pour certains d'entre elles les niveaux d'intrants, particulièrement pour *D. swazilandensis* qui révèle vulnérable en l'absence d'apport azoté.

34. Discussion et perspectives

341. Pratiques et vulnérabilités de la végétation des prairies

A la question générale sur le poids respectif du milieu et des pratiques des éleveurs, nos analyses indiquent l'importance du poids des pratiques sur l'état de dégradation et de salissement des prairies implantées. Dans les milieux les plus favorables (notamment du sol), certaines pratiques induisent une dégradation des prairies. Inversement, certains modes d'implantation et de gestion permettent de s'affranchir (ou de s'adapter) des contraintes de milieux aussi pauvres et délicats que les sols podzolisés et hydromorphes de Coswine des zones de savanes de la plaine côtière. Or ces terrains ont longtemps été considérés comme impropres à toutes cultures (Boulet, 1980 ; Blancaneaux, 1981...). Ce constat rejoint celui de

Balent *et al.* (1993) lorsqu'ils indiquent que « *dans des systèmes intensifs d'utilisation de la végétation, le poids des pratiques est très supérieure à celui des facteurs du milieu* ».

Les systèmes qui maintiennent leurs prairies en état, en Guyane, pratiquent des chargements que l'on peut qualifier d'intensifs d'après la PAC²³⁷ puisqu'ils se situent dans une fourchette de 800 à 1.200 kg de poids vif. ha⁻¹. Toutefois, il s'avère qu'en matière d'utilisation d'intrants, lorsque l'on se réfère aux définitions proposées par Laissus (1974)²³⁸ ces systèmes peuvent être qualifiés de semi-extensifs puisqu'ils n'utilisent en moyenne que 300 kg.an⁻¹.ha⁻¹.an⁻¹ de phosphate naturel sans aucun autre apport. Compte tenu du contexte socio-économique, les éleveurs guyanais ont pour stratégie de diminuer leurs recours aux intrants. Des observations similaires ont été évoquées en France métropolitaine (Duru *et al.*, 1994). En 1980, Vivier (*et al.*) déclarait que : « *les recherches dans le domaine de la fertilisation devront être poursuivies d'autant que le coût de l'engrais est très élevé en Guyane* ».

Concernant le contrôle des processus d'envahissement par des adventices, nos travaux révèlent que les pratiques les plus pertinentes commencent par les choix retenus pour l'installation du couvert fourrager des prairies puis de leurs modes de conduite et d'exploitation, constat qui recoupe celui de Reeve *et al.* en Australie (2000). L'entretien direct par l'apport d'intrants ou de travaux comme le rotobroyage sont liés surtout aux parcelles dont l'état de la végétation est généralement médiocre. Les prairies dont les couverts herbacés fourragers se révèlent les plus sales et dégradés se trouvent principalement dans les pâturages dont la conduite présente de fréquentes irrégularités et de fortes amplitudes en matière de : i) rotation, ii) charge instantanée, iii) durée de passage des pâtures, iv) durée de repousses. Ces variations à partir de fréquences élevées et de hauts niveaux d'amplitude semblent produire des perturbations importantes dans la végétation et la flore des prairies qui les subissent. Cette situation s'inscrit dans les phénomènes écologiques fondamentaux de "perturbation – succession" décrit en France notamment par G. Balent *et al.* (1993), G. Balent *et al.* ; Gibon (1999) : « *La description du fonctionnement d'un couvert prairial en s'appuyant sur l'assimilation du système – pratique – milieu au fonctionnement d'un système écologique. Les processus associés au remplacement des espèces, constituant le moteur de l'évolution des états de la végétation* ». « *Dans cette démarche, le concept de "perturbation" joue un rôle fondamental* ». L'incidence des perturbations dans les prairies est abordée aussi en Europe par L.O. Fresco, S.B. Kroonenberg (1992), au Canada par D. Wislson (2002), au USA par D. F. Samuel *et D. M. Engle* (2001), en Australie par Campbell B. D., (1999).

Les notions de surpâturage et de sous-pâturage sont pertinentes seulement en situations extrêmes. En savane africaine des études agrostologiques, menées dans les années 1960 – 1970, soulignaient surtout les risques du surpâturage (Bille, 1964 ; Bille *et al.*, 1970 ; Boudet, 1974). Ces appréciations avaient principalement comme terrains, les zones semi-arides. En zones subhumides les analyses d'évolution dynamique de la végétation des terres de parcours ont montré dès les années 1950, que les situations d'embroussaillage provenaient de modes de conduite qui se traduisent par des surpâturages sélectifs et localisés dans un ensemble sous-pâturé (Koechlin, 1963 ; Koechlin *et al.*, 1981 ; Bille, 1995 ; César, 1992).

En Amérique tropicale, les travaux sur les pâtures des végétations spontanées des llanos signalaient les très faibles charges (Medina *et Sarmiento*, 1981 ; Medina, 1981). Les

²³⁷ La PAC (Politique Agricole Commune) octroie des primes pour l'extensification aux élevages qui ne dépassent pas un chargement de 1,6 UGB (Unité de Gros Bétail = 600 kg de poids vif) soit 720 kg de poids vif.ha⁻¹.

²³⁸ « nous appelons semi-extensif le mode de conduite de la prairie permanente recevant une fumure de fond PK suffisante, mais pas de fumure azotée ; semi-intensif le mode de conduite des prairies qui reçoivent une fumure azotée limitée et enfin intensif le système d'exploitation qui bénéficie d'apports importants en azote ».

recherches pour augmenter la productivité de ces terres de parcours sont tout d'abord passées par la recherche "d'amélioration" du potentiel de production de la végétation fourragère (Thomassin, 1959 ; Rippstein *et al.*, 1996 ; Rippstein *et al.*, 2001). Cette option a abouti à l'artificialisation complète des pâtures en installant de toute pièce des prairies avec des espèces exotiques (Vivier *et al.*, 1995 ; Falesi, 1976 ; Alcantara et Bufarah, 1999 ; Camarao *et al.*, 1999). Ces travaux ont privilégié les avancées en matières d'espèces fourragères et de correctif du sol en prenant peu ou pas attention au mode de conduite²³⁹ (Desjardins *et al.*, 2000, Mitja *et al.*, 1998 ; Mitja et De Robert, 2004). Trois principales raisons ont guidées ces études sur les espèces fourragères : l'augmentation de la productivité fourragère ; la résistance aux insectes²⁴⁰ ; le contrôle des adventices. Au Brésil, la priorité reste la résistance aux insectes compte tenu des grandes surfaces cultivées de façon monospécifique (Cozenza *et al.*, 1989). En Guyane, les attentes prioritaires concernaient la contribution des espèces à la préservation contre des envahissements d'adventices. Ces différences sur les priorités font que les espèces fourragères retenues comme plus pertinentes après études ne sont pas les mêmes :

- En amazonie brésilienne, les pâturages en *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens*, sont très sensibles aux attaques *Deois incompleta*. Les pâtures en *Brachiaria humidicola* sont aussi fréquemment attaquées, mais cette espèce n'enregistre pas de fort taux de mortalité, néanmoins après avoir été piqué cette espèce perd ses parties aériennes, et il lui faut plusieurs semaines pour les renouveler. La recherche préconise d'autres espèces, notamment *Andropogon gayanus* et *Brachiaria brizantha* (Valério et Koller, 1992 ; Midja et De Robert, 2004). La première espèce indiquée a toutefois comme inconvénient d'avoir une faible pérennité sous pâture et la deuxième s'avère peu propice au contrôle d'émergence d'adventices.
- En Guyane, les superficies des parcelles de pâturage sont modestes au regard du Brésil, cela semble permettre de rendre inexistant les attaques de *Deois incompleta* dans cette région ; les seules attaques d'insectes sont causées par des noctuelles²⁴¹ notamment sur *Digitaria swazilendensis* (Lalanne-Cassou et Silvain, 1984) et d'autant plus qu'elle présente de forte teneur azotée. Ainsi cette espèce présente un dilemme car pour qu'elle puisse se prémunir aux invasions d'adventices il lui faut produire de nombreux stolons couvrants et cela demande des stimulations (apports) azotées ! *Brachiaria decumbens*, pour des raisons différentes, semblent peut propice aux zones amazoniennes, en Guyane c'est sa faible capacité à se protéger des invasions d'adventices qui est mis en avant et, au Brésil, sa fragilité aux attaques de *Deois incompleta*.

342. Les paramètres du milieu

Le milieu ne présente pas de paramètres pouvant être qualifiés de préjudiciables pour l'état des prairies (dégradation et salissement). Néanmoins, certaines caractéristiques peuvent aggraver la fragilité des couverts herbacés fourragers, notamment celles en rapport avec le fonctionnement hydrique des sols, comme cela avait été décrit par Andrieu & Cabidoche (1985), les toxicités aluminiques, les rapports C sur N élevé (Cabidoche, 1984). Ces contraintes dues aux milieux ont pu être gérés par des éleveurs, à commencer par le choix des espèces fourragères à planter. Pour exemple, *Digitaria swazilandensis* ne supporte pas de fort taux d'alumine contrairement à *Brachiaria humidicola* ; l'excédent d'eau (sols engorgés) ne permet pas à *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis*, de se maintenir. En revanche *Brachiaria humidicola* peut supporter des périodes d'engorgement et *Echinochloa polystachya* est adaptée (et même nécessite) aux longues périodes inondées.

²³⁹ pasture management

²⁴⁰ Des noctuelles : *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH) et *Mocis latipes* (Gn) ; cigarrinha das pastagens : *Deois incompleta*.

²⁴¹ http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_45-46/010009343.pdf

Plusieurs paramètres qui peuvent être perçus comme engendrant des situations de contraintes ont trouvé des pratiques permettant de les gérer. D'ailleurs la majorité des prairies (stations) classées comme saines dans nos analyses, présentent des contraintes du milieu majeures, notamment celles issues de sols pauvres de savane dont les contraintes en acidités, taux d'alumines, engorgement sont fortes.

343. Place et recours aux éléments minéraux

Le phosphore se présente comme l'élément le plus limitant dans les écorégions pédo-climatiques similaires à la Guyane. En Amazonie brésilienne, lors de la création des prairies le phosphore est le seul élément apporté à raison de 30-50 kg de P_2O_5 .ha⁻¹ (Veiga, 1993). Dans la région de Maraba (Etat du Para, Brésil), des travaux ont montrés que l'état et la pérennité des prairies dépendent en grande partie du P_2O_5 disponible dans le sol (Topall, 2001 ; Dosso *et al.*, 2005). En Afrique de l'ouest, G. Roberge a montré (1987) que « *la fumure a pour effet de corriger les carences, notamment en phosphore...* », à la même époque, en Côte-d'Ivoire, D. Dulieu indique que « *la levée des carences en phosphore a semblé indispensable à une exploitation prolongée des soles fourragères et un apport initial de 150 à 200 kg de phosphate naturel a donc été systématisé à l'ensemble des exploitations. Cet apport s'inscrit dans la rubrique des investissements.* »

L'apport de phosphore, dans des prairies françaises (métropolitaines), apparaît comme un élément favorable au maintien du couvert herbacé fourrager². R. Laissus en 1974 avait déjà indiqué l'intérêt du phosphore pour les prairies, car la plupart des sols retiennent une partie non négligeable de cet élément (dans les sols guyanais c'est notamment l'alumine qui le bloque). En 1992, pour M. Duru « *... il en résulte la nécessité de satisfaire les besoins en phosphore avant de raisonner la fertilisation azotée* ». « *Il existe un effet de limitation de la nutrition phosphorique sur le niveau de nutrition azotée [...] c'est l'offre du sol en azote qui est plus ou moins bien valorisée selon le niveau de nutrition phosphorique, sans doute en relation avec son effet sur le système racinaire.* » (Duru *et al.*, 1993). Ces remarques ont été confirmées par les travaux de Thelier-Huché *et al.* (1996) : « *sur une prairie permanente vosgienne au sol faiblement pourvu en phosphore des apports réguliers pendant neuf ans de 120 unité.ha-1.an-1 sous forme de scories, ont permis de doubler la production... la végétation a été modifiée par une augmentation de bonnes et très bonnes graminées* ».

Le facteur "apport de P_2O_5 " sous forme de phosphate naturel est apparu, dans nos analyses, très lié aux stations prairiales les plus saines de notre étude. Il s'agit pourtant d'une forme qui est peu recommandé en France métropolitaine : « *les phosphates naturels sont à déconseiller dans tous les types de sol. Certes, ils libèrent du phosphore dans la solution des sols très acides (pH < 6), mais si lentement et en quantité si faible que leur efficacité est toujours inférieure à celle des autres formes [d'apports phosphoriques].* » (Castillon *et al.*, 1993). Pour les prairies L.Thelier-Huché écrivait en 1994 : « *les phosphates naturels sont à déconseiller, y compris dans les sols les plus acides* ». Toutefois, dans certaines zones tropicales, cette forme d'apport peut donner de bons résultats (Roche *et al.*, 1980 ; Truong Binh, 1996)²⁴², notamment en Guyane où non seulement les sols sont très acides (la majorité < 5) mais aussi très humides lors de certaines saisons ce qui favorise la solubilité du phosphore (Claire Jouany, INRA-Toulouse, mars 1997, communication personnelle).

La potasse est l'élément minéral qui ne ressort pas de l'étude. Lorsqu'il est apporté, il est associé à d'autres éléments, soit des engrais binaires ou ternaires. Notre échantillon ne nous a pas permis lors de l'analyse d'identifier un positionnement propre à cet élément. Nous

²⁴² Sur les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets Cf. J.Lançon (1987).

retenons seulement les remarques de R.Laissus en 1974 qui indiquait : « *que l'animal restituait la majorité de la potasse ingérée. La potasse étant rejetée surtout par les urines, les rotations d'herbages permettent une meilleure répartition de ces restitutions.* »

La fertilisation azotée est apparue, dans nos analyses, associée aux sites les plus médiocres. Cela est-il du aux pratiques qui lui sont associées ? Nous avons toutefois relevé deux éléments qui peuvent laisser à penser que l'apport de certaines formes azotées peut être négatif sur le long terme. L'effet acidifiant d'engrais ternaires comme le 3*17 (N-P-K) très utilisé dans certaines exploitations ou l'ammonitrate (pour le premier 100 kg d'engrais apportés induit une perte de 21 kg de CaO, pour le deuxième 100 kg d'engrais apportés induit une perte de 33 kg de CaO¹). Outre l'effet acidifiant de ces engrais azotés, l'apport d'azote en pâturage peut favoriser un enracinement superficiel, qui rend les espèces fourragères vulnérables à la sécheresse ou à l'arrachement en conditions humides de pâturage (Vertès et Simon, 1992). Dans de nombreuses zones en Guyane les sols sont soumis à ces deux conditions de façon extrême (Hooek, 1971). Cependant, l'apport d'azote doit être raisonné suivant les espèces fourragères en place. *Digitaria swazilandensis* se révèle une espèce apte à contrôler l'émergence d'adventice dans les parcelles où se pratiquent des apports périodiques en azote.

L'apport d'azote est absent dans les élevages où le couvert herbacé fourrager se maintient grâce au recours à des associations graminées - légumineuses. La plus courante qui se pérennise en Guyane se compose de : *Brachiaria humidicola* et *Desmodium ovalifolium* Ciat 350. Aux Antilles, P.Cruz et *al.* (1993, 1994) montrent la bonne tenue d'autres associations avec comme légumineuse *Arachis pintoii* mentionné aussi par Thomas (1995). Outre l'intérêt de la légumineuse qui est autonome pour ses besoins azotés, l'association permet une meilleure couverture du terrain et permet ainsi au sol, dans ses premiers cm, d'avoir une activité microbienne qui n'est pas gênée par la chaleur due à un ensoleillement direct. Cela se traduit par une meilleure décomposition de la matière organique et une libération supérieure d'azote assimilable par les plantes (J.R. Wilson, 1996 ; P.Cruz, 1997).

Les effets des amendements en chaux n'ont pas pu être appréciés dans notre étude compte-tenu des trop rares situations où cela se pratiquait. Le CaO est essentiellement apporté par les phosphates naturels et les scories. Lors des travaux qui avaient été réalisés auparavant, il avait été montré que la rémanence de l'effet d'un chaulage est difficile à percevoir (Favrot, 1987). Certains travaux montrent même que l'effet est très limité dans le temps : « *l'effet du CaO au cours du temps semble limité. [...] au bout de 160 jours, l'effet de la dolomie ne se fait plus sentir, quelle que soit la dose apportée.* » (Barbier et Andrieux, 1985a). L'apport en CaO doit se faire à CaO à un rythme voisin de celui des fertilisations (Cabidoche, 1984).

344. Les pratiques de déserbage sur les prairies

La pratique du déserbage est une illustration supplémentaire de la nécessité d'intervenir juste pour infléchir, "accompagner" une certaine dynamique (évolution) de la végétation. En effet, le déserbage en plein se situe dans les analyses factorielles auprès des sites dégradés ou en cours de dégradation, cause ou conséquence ? Toujours est-il que le déserbage en plein peut induire une plus grande perturbation que celui pratiqué en localisé. La remarque de R. Laissus (1974) sur le déserbage des prairies est peut être encore plus fondée dans les conditions particulièrement virulentes de la Guyane : « *Les dés herbages combattent l'effet et non la cause,... le traitement à base d'herbicide doit être suivi d'une meilleure fumure ou d'une meilleure utilisation de la prairie.* ». Le recours à un déserbage en plein peut être considéré comme un "aveu" d'échec de son mode de gestion et de conduite de ses pâturages. Il en est de même pour le rotobroyage. Le recours fréquent à ce type d'intervention peut provenir d'un problème d'adéquation entre l'offre fourragère de la prairie et le chargement pratiqué.

345. "Agroécosystème pâturé intégré"

En raison du potentiel élevé de la productivité des prairies (même sans fertilisation), le chargement doit être apte à utiliser la production. Cette adéquation est importante, car tout sous-chargement peut induire des perturbations au niveau du couvert végétal qui entraînent à terme la dégradation des prairies comme cela a été démontré dans nos analyses. Ce phénomène qui est décrit par Daget et Godron (1996)²⁴³ a aussi été constaté en Amazonie brésilienne par O.Topall (2001), E.Landais (1995), G.Balent (1995), M.Duru (1996).

Les systèmes herbagers performants en matière de gestion de pâturage ne cherchent pas à s'affranchir systématiquement des caractéristiques du milieu (Béranger, 1992) par l'emploi de méthodes et techniques intensives (Niveau élevé d'intrants, interventions fréquents). Ils semblent en revanche arriver à "composer" avec les caractéristiques du milieu. Cette adaptation se remarque tout d'abord par le choix du couvert installé. Lorsque la gamme d'espèces fourragères disponibles a augmenté (années 1990), les terrains jugés non aptes à la mise en prairie durant les années 1970 et 1980 ont pu être valorisés notamment avec *Brachiaria humidicola* et *Desmodium (heterocarpon) ovalifolium*.

Une prairie correctement implantée²⁴⁴, mise en place à partir d'espèces fourragères ubiquistes aptes à supporter les variations saisonnières dont les extrêmes sont les périodes qui se traduisent soit par des sols engorgés (voir même inondés temporairement), soit par des sols très secs. Le contrôle des situations repose alors sur le mode de rotation, la pression (chargement instantané) et le chargement global.

Les termes d'intensif ou d'extensif ne sont les plus adaptés pour qualifier ces systèmes d'élevages qui maîtrisent leurs pâturages. Le concept de "*Sustainable agriculture*" ou "Agriculture durable" (de Bonneval, 1993) paraît mieux à même de décrire leur stratégie de fonctionnement qui tend à élaborer des processus de production capables de durer et de se maintenir car ils ne nuisent pas au milieu et leurs assises économiques ne sont pas fragiles (maximum d'indépendance vis à vis des intrants). Les concepts de système intégré défini par Ph. Viaux (1995) semble le plus adapté pour qualifier ces systèmes herbagers maîtrisés : « *Un système intégré correspond à une approche globale de l'utilisation du sol pour la production agricole, qui cherche à réduire l'utilisation d'intrants extérieurs à l'exploitation (énergie, produits chimiques) en valorisant au mieux les ressources naturelles et en mettant à profit des processus naturels de régulation.* »

Cette approche globale correspond à celle de "l'agro-écologie" « Science des systèmes écologiques modifiés par les pratiques agronomiques » (Blanfort, 1996 ; Altieri et Nicholls, 2005). Considérer ces systèmes comme des "agro-écosystèmes pâturés" incite à tenir compte des interactions entre les différents éléments. Il est par exemple indispensable pour comprendre les processus de régulation, de prendre en compte les restitutions²⁴⁵ et apports des animaux au sol par les fèces et les pissats (cela est d'autant plus important dans les modes de conduite, comme ceux de Guyane, où les animaux sont en permanence au pâturage). L'apport d'éléments doit donc se réfléchir en tenant compte des équilibres en place et tenter "d'accompagner" des processus d'évolution et non pas perturber les "agro-écosystèmes pâturés" même s'il faut considérer à ce stade la prairie comme une simple "boîte noire".

²⁴³ « si la charge réelle, devient nettement plus faible que la charge potentielle, les espèces végétales banales [ou adventices] concurrenceront les meilleures, parce que leur développement ne sera plus limité par le broutage, le piétinement, les restitutions organiques ... »

²⁴⁴ n'ayant pas été trop rapidement exploitée après sa création, ce qui permet au système racinaire des espèces fourragères de se développer convenablement et ainsi pouvoir "lutter" contre les espèces adventices même sous la pression de la pâture

²⁴⁵ sur les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets Cf. J.Lançon (1987)

En cela, le choix de n'apporter que certains éléments, comme le phosphore, constaté dans les systèmes les plus aptes à maintenir leurs prairies, s'inscrit dans cette logique de ne pas perturber intensément le milieu, mais par "petites touches" de pallier la carence la plus manifeste pour induire une nouvelle régulation par intégration de cette "nouvelle donne" : plus de phosphore disponible pour la végétation. D'ailleurs les pratiques régulières en intensité et en fréquence deviennent à terme une partie intégrante des états normaux des systèmes. (Balent et *al.*, 1993)

346. Récapitulatifs des facteurs liés à l'état des prairies

Le tri pour hiérarchiser des paramètres et facteurs s'est avéré surtout efficace pour connoter les points sensibles, facteurs à risques de dégradation des prairies par des adventices et ceux peu impliqués sur les dynamiques d'envahissement des prairies par des "invasives". Chaque paramètre qui se révèle à risque doit néanmoins être analysé en tenant compte des conjugaisons avec d'autres facteurs.

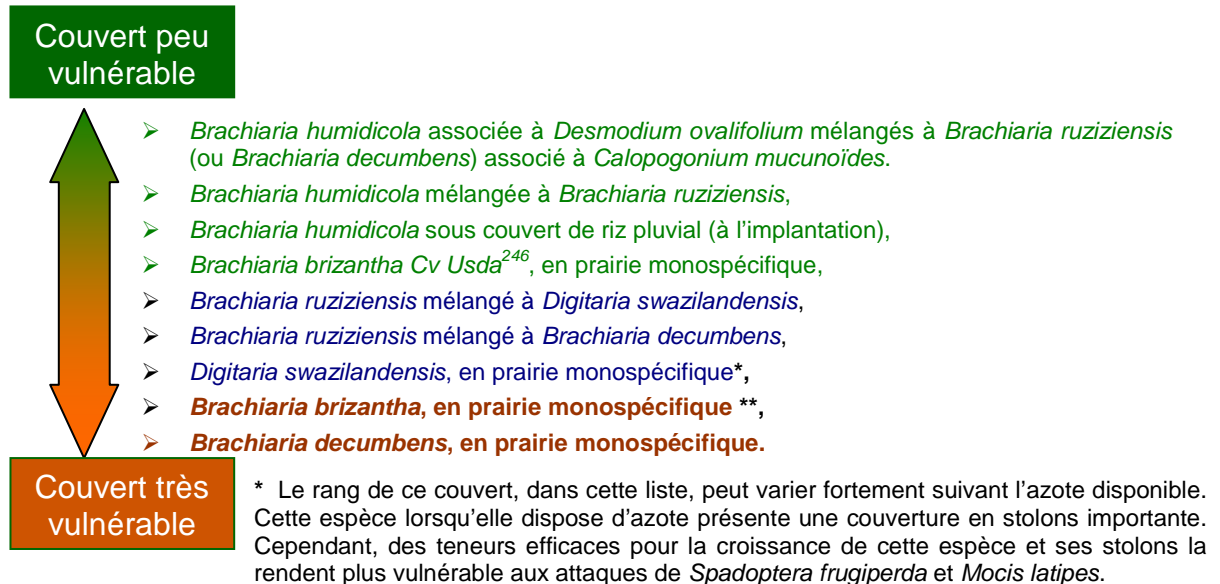
Les modes de conduites des pâtures comprennent certaines variables appartenants à celles les plus liées aux états de la végétation et de la flore des prairies. Les facteurs les plus marquants, relevés dans nos analyses sont :

- ↳ Le niveau de chargement, plus particulièrement le niveau de charge instantanée s'avère un des critères les plus pertinents pour apprécier les situations de dégradation et de salissement des prairies. Les faibles charges semblent induire plus fréquemment que les charges élevées des dégradations et des salissements du couvert herbacé des prairies. Les fortes charges ont généralement pour effet d'homogénéiser les couverts prairiaux, sauf au cœur de la saison des pluies et plus particulièrement lorsque les espèces fourragères sont peu couvrantes.
- ↳ La régularité des modes de conduite : charges instantanées, temps de passages et temps de repos se révèle un gage de maintien du couvert herbacé fourrager. A l'inverse, lorsque ces trois paramètres sont irréguliers cela semble induire des perturbations qui se traduisent par des degrés élevés de dégradation et de salissement. Toutefois, les prairies composées d'espèces fourragères couvrantes présentent une meilleure résistance et résilience à des conduites irrégulières, c'est particulièrement le cas avec *Brachiaria humidicola*.
- ↳ La durée de la repousse des prairies peut induire des situations critiques notamment quand est elle trop longue. Même avec le recours de charges instantanées, les fortes biomasses issues de longs temps de repos (repousses) sont difficiles à exploiter de façon homogène. La végétation fourragère rarement pâturée à tendance à se dresser, même avec les espèces stolonantes (ex. : *Brachiaria humidicola*) et encore plus avec celles qui sont cespitueuses comme *Brachiaria brizantha*. Une partie importante de cette biomasse fourragère, dressée et haute, des prairies qui ont connues de longues périodes de repos, se couche au passage des animaux et il en résulte, à leur sortie (des animaux), un couvert, de ces prairies, irrégulier qui présente un fort taux de refus et des zones de surpâtures. Même avec des temps de passages assez longs et de fortes charges instantanées, les biomasses couchées, voire souillées, particulièrement en saison des pluies, ne sont plus consommées et constituent ainsi des quantités importantes de refus. Ces couverts devenus irréguliers par ce mode de conduite montrent dans nos analyses qu'ils sont plus menacés par la progression d'adventices et se situent dans nos projections factorielles proches des stations les plus dégradées et les plus sales.
- ↳ La durée d'installation à la création d'une prairie du semis à la date de la première pâture, présente un rapport étroit avec les variables d'état des prairies. Plus cette durée est longue, plus la prairie semble pouvoir se protéger contre le recrutement d'adventice. Les stations qui illustrent le mieux cette situation ont eu comme itinéraire technique de mise en place les actes suivants :
 - ↳ Préparation du sol au cover-crop,
 - ↳ Epandage de 80 à 100 unités de P_2O_5 par ha sous forme de scories ou de phosphate naturel,
 - ↳ Semis, fin novembre début décembre (période de reprise régulière des pluies), des semences fourragères (deux graminées et deux légumineuses*) avec un apport de 30 unités d'azote par ha,
 - ↳ Fauche (ou déprimage, étêtage) neuf – dix mois après le semis, en saison sèche (août – septembre),
 - ↳ Rythme de pâture périodique avec la reprise régulière des pluies (novembre – décembre).

* *Brachiaria ruziziensis*, graminée à croissance initiale rapide,
Calopogonium mucunoides, légumineuse à croissance initiale rapide,
Brachiaria humidicola, graminée à croissance initiale lente,
Desmodium ovalifolium, légumineuse à croissance initiale lente.

Les conditions de conduite des pâtures ont des effets qui diffèrent suivant les espèces fourragères en place. Nous avons signalé certaines situations dans les paragraphes précédents. Reste que la composition floristique fourragère en soi se trouve très liée aux états de dégradation et de salissement des prairies. Dans une approche épurée nous pouvons fournir, pour illustration, une liste de couverts du "moins menacé" (plus résistant et plus résilient aux adventices) au "plus menacé" (informations issues de nos études en Guyane, elles seraient différentes par exemple au Brésil):

Figure n°135 : Gradient de vulnérabilité des couverts prairiaux suivant les espèces fourragères en place



Les apports en éléments fertilisants et amendements

Seul les apports en P_2O_5 présentent des caractéristiques similaires quelque soit le type de couvert fourrager, les modes de conduite, les milieux. La majorité des stations situées dans le pôle "prairies saines" dans nos projections factorielles (pour les quatre campagnes) reçoivent régulièrement (une fois par an) des amendements phosphoriques sous forme de scories ou de phosphate naturel²⁴⁸. L'interprétation de cette situation a été déjà évoquée. Le système racinaire des espèces fourragères serait favorisé par des apports en phosphore (constat similaire en Amazonie brésilienne notamment par Olivier Topall, 2001) et encore plus pour les légumineuses, ce qui induit une réflexion particulière dans les prairies en cours d'envahissement par *Mimosa pudica* qui est une légumineuse adventice majeure en Guyane.

Les apports de chaux, fortement recommandés par les services techniques durant les années 1970 et 1980 sont devenus rares. Les coûts de cette pratique sont élevés et les effets semblent peu probant par les éleveurs. Dans nos analyses, compte tenu du faible nombre de stations concernant cette pratique, nous ne pouvons pas établir un lien avec l'état de la végétation. Les apports de chaux avaient été étudiés par Yves-Marie Cabidoche (1984) qui montraient que dans les sols guyanais, en raison des très faible pH et la dynamique hydrique, les apports

²⁴⁶ Variété introduite dans les années 1960 venant du Guyana et du Surinam crée et diffusée par la coopération des USA (Vivier et Coppry, 1984), serait issue de sélection de *B. brizantha* (communication personnelle de J. da Veiga, Embrapa).

²⁴⁷ Phénomène connu en savanes africaines composées de graminées cespiteuses notamment d'andropogonées : *Andropogon* spp., *Hyparrhenia* spp., *Panicum* spp. (César, 1991).

²⁴⁸ Rappel : apport à raison de 80 à 100 unités de P_2O_5 .ha⁻¹.an⁻¹.

calciqique avaient des effets moindres et surtout de faible durée, maximum six mois. Le recours à des apports de chaux pour relever le pH, limiter la toxicité aluminique, ne pouvait pas être considérée comme amendements, mais plutôt comme un engrais à apporter à un rythme périodique plus fréquent (donc plus cher) pour espérer une efficacité. Nous notons néanmoins que de nombreuses stations (parcelles) classées dans nos projections factorielles dans le pôle des prairies saines, notamment celles mises en place dans des terres de savanes, ont bénéficié d'apports calciques à leur démarrage par des scories Thomas[®] ou par de la chaux en complément d'apport en phosphate naturel.

L'azote, apporté par des engrais (urée, engrais ternaire [N-P-K] comme le 3 fois 17) ou par des amendements en fumier, lisier, fiente, ne fournit pas une distribution très significative des stations par rapport à l'état de dégradation et de salissement des prairies, sauf pour celles en *Digitaria swazilandensis* (situation évoquée précédemment²⁴⁹). Pour certaines prairies couvertes avec d'autres espèces fourragères une forme de vulnérabilité semble se présenter lorsque des apports azotés sont régulièrement effectués. Cette vulnérabilité proviendrait plutôt de la plus grande difficulté à ajuster les pressions animales et en conséquence le relief du couvert (plus grande difficulté d'éviter, limiter, les refus²⁵⁰).

Les engrais potassiques sont surtout apportés avec d'autres éléments, notamment par l'usage d'engrais ternaire (3 X 17 de : N - P - K). Cet apport n'étant presque jamais spécifique, l'effet de la potasse ne ressort pas dans nos analyses²⁵¹. En matière de production d'herbe et d'état de la végétation, nous pouvons relever que les prairies guyanaises ne présentent pas de besoin particulier en cet élément puisque les animaux pâturent jour et nuit toute l'année. Par conséquent environ 98 % de la potasse est restituée par les pissats et les fèces (Laissus, 1974).

Les moyens de contrôle de la végétation adventice

Les pratiques enregistrées et analysées, en matière de lutte contre les adventices, ont des liens étroits avec l'état du couvert des prairies, mais de façon très différenciée. En effet, les prairies régulièrement rotobroyées (ou gyrobroyées) se trouvent classées parmi les plus dégradées et sales. Certes la question se pose s'il s'agit d'une cause ou d'une conséquence, voir les deux. Toujours est-il que les principales invasives présentent de grandes facultés à bouturer spontanément, caractéristique d'autant plus facile en période de fortes précipitations.

A l'inverse, le moyen de contrôle le plus lié aux prairies saines s'avère être le traitement localisé avec des herbicides systémiques (picloram ou triclopyr). Néanmoins, ces traitements ne peuvent pas à eux seuls faire régresser les infestations. Même les produits les plus rémanents, particulièrement ceux à base de picloram, ne peuvent pas éliminer, par un simple traitement, le stock de semences d'adventices dans le sol ("seed bank"). En conséquence, dès que les effets phytocides passent, de nouvelles générations de plantules d'adventices peuvent émerger et croître si aucune autre pratique ne puisse nuire à ces nouveaux recrutements d'invasives. Toutefois, par des traitements localisés annuels, dans des prairies ayant une aptitude à couvrir le sol et notamment les trouées qui résultent des zones d'adventices éliminées, peuvent finir par épuiser les "seed bank".

²⁴⁹ Rappel : risque d'attaque de cette espèce fourragère par des noctuelles lorsqu'elle est riche en azote. Certaines pratiques consistent à faire des apports d'azote en juillet avant la saison sèche afin de faire du stock sur pied (*D. swazilandensis*, ayant un système racinaire profond, arrête rapidement sa pousse en saison sèche), cela se révèle une pratique à risque car le pic des attaques de noctuelles se situe en début de saison sèche : juillet août.

²⁵⁰ C'est d'autant plus délicat en saison humide, car l'ajustement chargement/production fourragère ne peut pas se faire par la durée des passages en raison des souillures rapides de l'herbe par de la boue.

²⁵¹ Remarque : les seules parcelles qui ont fait l'objet d'apports strictement potassiques sont des prairies destinées à la récolte de semences de légumineuses fourragères, particulièrement de *Desmodium ovalifolium*.

347. Perspectives et exploitations des résultats

Au vue du poids des facteurs liés au mode de conduite du pâturage et aux espèces fourragères en présence dans les prairies, nous avons été amené approfondir nos interprétations sur les types de couvert en présence suivant l'état de la végétation des stations mesurées. Les couverts denses, engendrés par certains mode de pâture, apparaissent moins dégradés et sales. Même les espèces fourragères aux tendances plus vulnérables se montrent moins menacés quand les modalités d'exploitation engendrent une végétation basse et dense (même avec *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*...). Le rapport entre les types de couvert et l'état des prairies a fait l'objet d'études présentées dans les sections de résultats suivants (sections deux et trois). Nous avons réalisé une étude multivariée ciblée sur les modes de conduite, les contributions spécifiques fourragères, des caractéristiques du couvert, les contributions spécifiques des adventices. Puis nous avons étudié le comportement de plantules de l'espèce adventice majeure *Mimosa pudica*. Nous avons eu recours à deux dispositifs :

- Dans le premier, les plantules ont été observées sous différents couverts de végétation prairial en plein champ (milieu réel),
- Dans le deuxième, nous avons observés ces plantules soumises à des contraintes d'ombrage et de coupe (en milieu contrôlé, en serre).

Avec la profession, nous avons pu commencer à aborder, discuter, des facteurs qui nous semblaient rendre les prairies vulnérables aux processus de dégradation et de salissement. De ces échanges ont été consignés des références comme la grille d'avantages/inconvénients des espèces fourragères suivant les besoins et milieu (Huguenin *et al.*, 2001). Dans les autres acquis pratiques, validés en discussions avec les éleveurs, nous avons pu retenir des exemples d'itinéraires techniques. Itinéraires dont les chaînons ont été pour la plupart issus de pratiques en cours dans des élevages et dont nos études (analyses) ont montré leur pertinence pour apporter des caractéristiques de résistances et de résilience du couvert herbacé fourrager. C'est par exemple le cas de l'itinéraire de mise en prairie décrit dans les pages précédentes. A ce stade, nous avons pu établir avec des éleveurs dont les pratiques se révélaient intéressantes et parfois en menant des travaux complémentaires spécifiques²⁵², des "guides - repères" d'itinéraires notamment en matière de :

- ✓ Traitement curatif contre des adventices,
- ✓ Restauration, réhabilitation de prairies infestées,
- ✓ Reprise de prairies envahies,
- ✓ Installation de prairies sur des terrains neufs,
- ✓ Ajustement des modes de conduite,
- ✓ Entretien de la fertilité des prairies.

Nos travaux de recherche et nos actions d'implications avec les professionnels (notamment les éleveurs) à su interpeller d'autres collègues se trouvant dans des situations similaires et notamment en Amazonie brésilienne (communications personnelles avec Olivier Topall²⁵³, Danielle Mitja²⁵⁴, Michel Grimaldi²⁵⁵). Nos résultats ont aussi rencontré un écho intéressant à l'île de la Réunion, en Afrique du Sud et en Nouvelle Calédonie (Communications personnelles avec Vincent Blanfort, Patrice Grimaud²⁵⁶). Et en France métropolitaine, ces résultats ont retenu l'attention de plusieurs instituts (Communications personnelles avec Danièle Magda²⁵⁷ et Gérard Guérin²⁵⁸).

²⁵² Expérimentations sur les luttes contre les adventices, études sur l'efficacité et la sélectivité d'herbicides, tests sur des matériels de traitement (Denis, 1999) ; Analyses bromatologiques des fourrages sur pied (Chartier, 1999).

²⁵³ LASAT / GRET / CAT.

²⁵⁴ IRD – EMBRAPA.

²⁵⁵ IRD – EMBRAPA.

²⁵⁶ CIRAD département EMVT.

²⁵⁷ INRA.

35. Conclusion

Nos observations initiales, sur la diversité des états d'embroussaillage, de dégradation et de salissement des prairies ont été confirmées dans nos quatre séries d'études et d'analyses multicritères (quatre campagnes, quatre ans). Cette diversité de l'état de la végétation des prairies s'est révélée nettement dans les élevages et entre les élevages. En effet, dans certaines exploitations l'état des prairies pouvait fortement varier. Dans ces élevages les processus d'emboussonnement sont partiellement maîtrisés. En revanche, là où les moyens de contrôle sont peu maîtrisés (ou utilisés), les prairies sont dégradées avec peu de différenciation entre les parcelles. Notons enfin que deux élevages présentaient des prairies saines sur plus de 80 % de leur surface.

Des sept élevages, les plus suivis dans notre étude, nous avons pu percevoir qu'il existait plus de différences en inter exploitations qu'en intra exploitations. Les pratiques, les modes de conduite du bétail et des pâtures sur l'ensemble de l'exploitation, ont montré qu'il semblait exister une incidence marquante sur l'ensemble de l'état de la végétation des prairies des élevages. Nos discussions avec les éleveurs sur nos perceptions respectives²⁵⁹ et nos implications d'actions (méthodes de lutttes curatives, préventives, intégrées et de restaurations – réhabilitations de prairies très dégradées), nous ont fourni d'autres éléments de validation de ces constats sur l'importance des diversités d'embroussaillage plus prononcée en inter élevages et sur le poids probable de facteurs liés aux pratiques.

De ce questionnement, nous en avons déduit cette première hypothèse : dans de tels milieux aussi artificialisés, les niveaux de perturbation sont tels que les "facteurs – paramètres" relevant de l'environnement biophysique ne peuvent avoir que des incidences moindres que ceux induits par les variables relevant des modes de pratiques.

Dès nos premières analyses multifactorielles, nous avons pu mettre en évidence que des prairies saines se trouvaient aussi bien en milieux considérés comme favorables (le plus souvent issus de terrains déforestés) ou peu favorables (issus de savanes à sols podzoliques) et inversement : des prairies sales et dégradées se trouvent aussi fréquemment dans les deux types de milieux. Nos variables caractérisant une très pertinente discrimination des stations (parcelles de prairies) à partir des variables d'état²⁶⁰ de la végétation prairiale, se trouvent aussi très liés à la distribution de variables correspondants aux pratiques et peu à celles relevant du milieu biophysique.

Parmi les paramètres caractérisants les pratiques, nous avons pu noter le poids important des variables liées aux conduites de pâturage, souvent associé aux choix des espèces fourragères implantées. Les autres facteurs qui ont présenté une assez forte discrimination dans les stations étudiées provient : i) des domaines de la mise en place des prairies, plus particulièrement sur le point de respecter une longue période entre le semis et la première pâture (pratique qui favorise la préservation des prairies contre les invasions d'adventices) ; ii) des apports en amendement phosphorique, apports qui se présentent liés aux prairies les plus saines.

²⁵⁸ IE : Institut de l'Elevage.

²⁵⁹ Par entretien individuel, aux champs, pieds dans leurs prairies et par échange de groupe, notamment avec les leaders du Syndicat – Groupement devenu Coopérative avec lequel nous étions affiliés depuis plusieurs années.

²⁶⁰ Degrés de dégradation et de salissement, Contribution spécifique, biomasse...

Si les paramètres du milieu ne ressortent pas comme ayant des effets essentiels sur l'état de la végétation, nous pouvons néanmoins souligner des points à surveiller qui peuvent avoir des effets aggravants pour les prairies vulnérables. Les principaux aspects qui peuvent mériter d'être surveillés sont : le pH, le rapport C.N⁻¹, la toxicité aluminique, le taux de MO, la dynamique hydrique. Certes, la plupart de ces paramètres, quand ils ont des niveaux pouvant être qualifiés de contraignants, peuvent être gérés par le choix d'espèces fourragères mises en place. Nous tenons néanmoins à souligner que des prairies issues de sols pauvres ont atteint des "critères – indicateurs" pédologiques proches de ceux des sols considérés comme plus favorables, issues de terrains déforestés.

Dans nos études et analyses plus spécifiques, sur les modes de pâtures, nous avons relevé comme informations principales l'effet induit des variations fortes et fréquentes en matières de charges instantanées, de temps de passage, de temps de repos des prairies. Les variations élevées et fréquentes sont très nettement liées aux parcelles les plus sales et dégradées. Ce constat se module néanmoins avec la contribution spécifique des espèces fourragères. Quelque soit les variables choisies comme paramètres du mode de gestion des pâtures, l'importance du choix de l'espèce à implanter ressort comme primordial. Des espèces comme *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* ou *Digitaria swazilandensis* (non soutenue par des apports azotés) sont très souvent associées à des prairies dégradées. La dégradation des prairies s'exprime majoritairement au travers de deux indésirables : *Mimosa pudica* et *Spermacoce verticillata*.

De nos analyses il ressort qu'une régularité du niveau de charge semble encore plus prévaloir sur une régularité dans le rythme de passage des animaux pour l'obtention de prairies saines, sauf dans les cas de durée de repousse très longue. Le pâturage permanent, avec un niveau de charge régulier, sur prairies à *Brachiaria humidicola*, n'apparaît pas comme un mode d'exploitation à risque. Ce mode de conduite s'avère surtout possible pour des pâtures à base de *B. humidicola*. Ce mode de gestion des pâtures permet d'envisager des simplifications dans la gestion du temps et du travail.

En matière de couvert végétal nous pouvons souligner que les prairies qui ressortent comme les moins vulnérables sont le plus souvent composées en majorité de *Brachiaria humidicola*, associée ou non avec *Desmodium ovalifolium*.

De ces deux paramètres forts sur les modalités de gestion des pâtures (notamment sur les régularités de rotation et de charges) et des compositions spécifiques, nous en sommes amenés à élaborer des études sur le rapport entre l'émergence de plantules d'avances et le type de couvert de la végétation herbacée fourragère.

Les résultats de cette première section d'études nous ont amenés à élaborer plusieurs grilles ou itinéraires techniques. Produits qui avaient vocation d'être surtout des repères et des supports de discussions et de décisions (donc pas de préconisations strictes et brutes). Les connaissances que nous avons acquises à ce stade nous ont permis d'élaborer des études plus ciblées sur la structure des couverts herbacés fourragers. Trois séries de questions ont été amenées à s'instruire dans des travaux et études supplémentaires. En première place, celles sur l'incidence des modes de structures des couverts herbacés fourragers sur les processus d'infestation par des adventices dans les prairies ; En deuxième importance nous avons été amenés à comprendre la vulnérabilité des adventices majeures ; Et en troisième point, comme point globalisant, celles des logiques d'organisation pratiques (et techniques) ayant une incidence sur les modes de gestion des pâtures.

4. La structure du couvert fourrager : un moyen pour modéliser l'effet des pratiques agricoles sur l'abondance de plantes invasives indésirables

41. Introduction

L'état des prairies guyanaises se montre très fortement et significativement rattaché à des combinaisons étroites de facteurs relevant du couvert fourrager installé et des modalités de conduite d'élevage (pâturage et bétail). Ce constat majeur des résultats de nos premiers travaux a été relevé à la même époque dans d'autres régions, notamment sur l'effet des conduites sur les pâtures²⁶¹. Concernant les facteurs liés aux types de couvert végétal, de nombreux travaux ont été réalisés sur les parcours tropicaux, durant les années 1950-1970, par des "écologues – agrostologues" de tous les continents²⁶².

La mise en évidence de ces facteurs de vulnérabilité des prairies a pu permettre à des éleveurs d'ajuster certaines de leurs règles de pratiques. Néanmoins, pour leur permettre de conduire leur élevage plus efficacement, ils avaient besoin de repères dans leur pilotage des pâtures (hauteur du couvert, densité des talles et stolons).

Au-delà de l'identification des "facteurs d'induction" de dégradation ou de salissement des prairies, nous avons engagé des études pour mieux saisir les conditions de protection des prairies contre les recrutements incessants d'adventices majeurs, comme : *Mimosa pudica* (L.) et *Spermacoce verticillata* (L.) Mey G. J. F.

Ces adventices envahissantes ont de nettes spécificités fonctionnelles. Elles sont aptes à fleurir, grainer, germer toute l'année et en plus elles présentent des facultés de reproduction végétative (bouturage, drageonnage...). En une ou deux années la ressource fourragère des pâtures peut disparaître (Fig. n° : 138). Phénomène déjà décrit depuis les années 1980 en Guyane (Vivier, 1984a ; Vivier & Coppry, 1985) et dans l'écorégion (Rippstein *et al.*, 1996 ; Falesi, 1976).



Figure 136 : *Mimosa pudica*
© Biodidac



Figure 137 : *Spermacoce verticillata*
Source : www.plantatlas.usf.edu



Figure 138 : Prairie envahie © J. Huguenin

Certains moyens de lutte agronomiques face à cette contrainte s'avèrent pertinents, mais seulement à court terme (Vivier, 1995 ; Huguenin, 2001). En effet, à moyen et long terme les processus d'envahissement perdurent et continuent même très rapidement quand les moyens de lutte employés sont le rotobroyage et le gyrobroyage. Les brins végétaux d'adventices issus de ces opérations mécaniques restent sur place et peuvent ainsi facilement bouturer, drageonner.

²⁶¹ Akpo, 1993 ; César, 1992 ; Dowling, 1998 ; Knapp *et al.*, 1998 ; Mathieu *et al.*, 1997 ; Milchumas, 1998 ; Nösberger *et al.*, 1998 ; Orr, 1992 ; Wardle *et al.*, 1995...

²⁶² Audru, 1987 ; Beard, 1955 ; César, 1971 ; Hook J., 1971 ; Jacques-Félix, 1962 ; Koechlin J., 1960 ; Ramia, 1967 ; Sitzia *et al.*, 1997, Williams, 1961...

Les opérations techniques qui semblent les plus efficaces sont celles pratiquées avec certains herbicides systémiques (Denis, 1999). Il reste néanmoins toujours le problème du recrutement de nouveaux plants d'adventices issus du "seed bank" en place ou de graines réinsérées notamment par le bétail et les activités humaines (Topall, 2001).

La lutte d'adventices adultes peut être efficace par des interventions directes, mais elles doivent être répétées, assez fréquemment, pour éliminer les nouveaux plants issus des semences du sol ou recrutées. Cela induit des coûts assez élevés d'environ 80 €.an⁻¹.ha⁻¹ alors que la marge brute de ces prairies est en moyenne de 300. €.an⁻¹.ha⁻¹.

Cette émergence permanente de nouvelles plantules d'adventices envahissantes constitue l'aspect central de la problématique de cette étude spécifique.

Le recrutement et l'émergence de nouvelles plantules d'adventices représentent le "maillon" le plus vulnérable pour obtenir des prairies pérennes. Nos études, concernant cette problématique, se sont en conséquence reformulées suivant nos résultats acquis : poids des pratiques, conduite d'élevage, choix d'espèces fourragères... Elles ont tenu compte aussi de nos constats sur les modes et conséquences d'entretien des prairies et les demandes de nos partenaires de la profession agricole concernés par l'élevage bovin (et aussi d'autres ruminants et herbivores (ovin, caprin, équin).

Notre questionnement principal d'étude, sur cette problématique, était de percevoir et comprendre les situations, les états, des prairies saines, qui leur permettent d'empêcher ou de limiter les recrutements de nouvelles plantules d'adventices. Qu'elles puissent provenir de semences du sol des parcelles de pâturage ou de graines importées/apportées dans ces parcelles. Inversement nous nous sommes interrogés sur les conditions favorables au recrutement.

La "*structure du couvert herbacé fourrager*" des pâturages a été notre hypothèse principale de travail sur ces questionnements. Le couvert végétal herbacé fourrager et son organisation, sa "structure - architecture" a été considéré comme l'élément pouvant protéger les prairies des recrutements en gênant l'apparition, le développement, des plantules d'adventices et inversement.

Notre notion de la "*structure du couvert herbacé fourrager*" des pâturages est déclinée dans le point suivant en abordant son cadre de définition, le matériel utilisé pour les mesurer, les méthodes et les dispositifs mises en place pour les analyser.

Notre hypothèse générale a porté sur l'aptitude des structures de la végétation à protéger ou favoriser les invasions suivant leur faculté d'avoir un "effet écran" qui engendre un manque de lumière ou une modification du rayonnement envers les jeunes recrues d'adventices (Van Der Wal et al., 2000).

En hypothèse spécifique nous avons étudié la relation entre les modes de pâtures et les structures des couverts herbacés fourragers qui en résultent suivant les espèces fourragères en place.

Nos travaux sur cette hypothèse générale ont eu pour objectifs de répondre à un double questionnement :

- 1_ Les structures denses et épaisses sont-elles plus aptes à protéger les prairies contre des dynamiques d'invasion par des adventices ?

Cette question provient de nos observations, discussions avec la profession, avec des personnes de mon comité de suivi, notamment Danièle Magda (INRA Toulouse) et d'études réalisées sur les modes de gestion de la conduite des pâtures pouvant contrôler les adventices envahissantes (Wardle *et al.*, 1995 ; Dowling *et al.*, 1998 ; Chambers *et al.* 2001). Vila et Terradas (1998) ont pu montrer que l'ombrage d'une structure dense peut réduire le taux de floraison des individus d'espèces comme *Ericaceae*. Ombrage qui peut aussi induire des modifications et fragilisations morphologiques par diminution du taux de lignine pour certaines indésirables ligneuses comme *Calluna vulgaris* (Iason et Hester, 1993).

- 2_ La caractéristique des structures des couverts dépendent-elles de pratiques spécifiques notamment la conduite des pâturages et les espèces fourragères implantées ?

Cette interrogation résulte de nos observations, discussions avec la profession, avec des personnes de mon comité de suivi, notamment Michel Duru (INRA Toulouse) et de travaux conduits sur les relations entre le mode de pâturage des animaux et l'état de la structure des couverts des prairies (Stobbs, 1973 ; Milchunas *et al.*, 1988 ; Armstrong *et al.*, 1995 ; Diaz *et al.*, 2001)

42. Définition, matériel, méthodes et dispositifs

La démarche de cette étude est de type compréhensive. Nous souhaitons comprendre quelles sont les spécificités des prairies qui font que l'état de salissement et de dégradation des prairies peut être variable et si la structure du couvert fourrager herbacée peut avoir un rôle dans ce phénomène. Une démarche plus explicative fait l'objet d'une étude qui porte sur le comportement d'une invasive modèle des prairies ; Cf. section de résultats suivant, p. 263.

421. Définition et repérage de l'étude sur la structure des couverts fourragers

421.1. La notion de structure du couvert

La structure est une notion utilisée en écologie, en biogéographie et en biologie pour caractériser les végétations. D'une manière plus précise, chaque type de végétation, quelque soit le niveau de précision recherchée, est défini par deux éléments :

- la structure générale : forêts, landes, pelouses...
- la composition floristique.

La structure permet de délimiter les formations végétales, en se basant notamment sur l'analyse du volume occupé par les diverses espèces ou stratification : ainsi se détermine l'importance relative des strates arborescente, arbustive, herbacée... Et il faut aussi s'intéresser à l'importance relative des différents types biologiques rencontrés : plante vivaces, annuelles, à bulbes ou à rhizomes... (Guimard, 1989 ; Fournier, 1983).

La structure végétale en agrostologie et en botanique est une notion qui s'intéresse à l'architecture des plantes (leur anatomie et leur morphologie), donc de leur tissus constitutifs, leur "répartition-organisation", de leurs organes et de leurs dispositions qui reflètent leur physiologie (Bowes, 1996 ; Lapeyronie, 1995).

La structure a été prise en compte pour l'établissement de trois grandes classifications phytogéographiques : Yangambi (Conférence de 1956 au Congo ; Trochain, 1957), F.R. Fosberg (1961), UNESCO (1973).

Pour établir une description structurale du couvert herbacé fourrager, nous avons eu à emprunter plusieurs modalités de classification, critères de discriminations, méthodes d'ordonnancement pour le traitement des données.

Ce sont les formations herbeuses, des travaux sur les classifications phytogéographiques, qui ont retenu évidemment notre attention. Les formations herbeuses comprennent : les savanes, les Llanos, les steppes, les pseudo-steppes, les prairies. Elles constituent un groupe bien distinct de formations végétales. Leur analyse structurale a fait l'objet de travaux particuliers, notamment en zone équatoriale : Guyane, Gabon, Congo (Descoings, 1973, 1976). Dans ces recherches, le peuplement graminéen, élément fondamental de la formation herbeuse, a été décrit dans ses caractères structuraux : types biologiques²⁶³, types morphologiques²⁶⁴, la stratification, le biovolume (Godron *et al.*, 1968).

Des approches en agronomie fourragère sur les structures des couverts prairiaux ont aussi été réalisés, notamment ceux sur la hauteur du couvert, le biovolume et l'estimation des biomasses. La hauteur d'herbe du couvert végétal est fréquemment prise comme un indicateur d'un ensemble de processus de croissance de l'herbe (Duru et Bossuet, 1992), lui-même intégrateur des interactions entre l'herbe, son exploitation par la pâture et les pratiques des éleveurs (Blanfort, 1996). En situation de plantes fourragères dressées (non stolonantes) les mesures de hauteur d'herbe permettent de façon synthétique et indirecte de mesurer une quantité de biomasse (Duru et Ducrocq, 1998). Il s'agit d'une méthode non destructrice et pouvant faire l'objet d'un échantillonnage important en rapport avec l'hétérogénéité des couverts prairiaux (Bosquet et Duru, 1992).

Des travaux zootechniques et d'éthologie animale sur l'évolution des couverts suivant les pâtures nous ont permis d'orienter aussi nos repères sur les paramètres pouvant caractériser les structures des prairies. L'activité de pâturage crée de la variabilité au sein du couvert végétal. Cependant l'importance de cette variabilité est fonction du mode de placement du brouillage et des bouchées, c'est à dire de la stratégie de pâturage mise en oeuvre par les animaux. Cette stratégie d'exploitation de la ressource affecte la structure de la végétation (Laca et Demment, 1996) en modifiant la dynamique des zones pâturées différemment.

La façon dont les herbivores exploitent spatialement la ressource disponible sur la prairie est susceptible d'affecter la structure de la végétation par un phénomène de rétroaction (Bailey *et al.*, 1996 ; Bailey *et al.*, 1998), en jouant sur la distribution verticale et horizontale de cette structure (Marriott et Carrère, 1998). Certaines modalités de pâturage induisent d'importante hétérogénéité en termes de hauteur, biomasse, de qualité, de composition morphologique. Hétérogénéité qui s'amplifie au cours de la saison de pâturage en zone tempérée (Garcia *et al.*, 2002). Dans des régions où la pâture a lieu toute l'année, comme en Guyane française, ce phénomène est encore plus prononcé. La préhensibilité de l'herbe, c'est-à-dire sa facilité à être prélevée, représente un des facteurs important qui joue sur les processus d'hétérogénéité du couvert prairial (Prache et Peyraud, 1997).

²⁶³ Classification créée en 1934 par Christen Raunkjær, qui se développe sous une forme renouvelée (Julve, 1989 ; Gillet *et al.*, 1991 ; Gillet, 1998) par l'introduction de l'intégration paysagère, des concepts systémiques et structuralistes, l'apport de méthodologies précisées (analyse dynamique, architecturale, écologique...).

²⁶⁴ Classification basée sur la forme des touffes, les modalités de la ramification, le nombre des chaumes (Jacques-Félix, 1962 ; Descoing, 1976).

De toutes ces sources d'études et d'expériences nous avons tenté d'établir une synthèse pour avoir notre propre méthode de mesure de la structure du couvert herbacé fourrager des prairies guyanaises. Nous avons donc pris en compte les approches et critères :

- biogéographiques et d'écologie des formations végétales (Raunkiaer, 1934 ; Aubreville, 1957 ; Descoings, 1976 ; César, 1992),
- agronomiques sur les hauteur d'herbe, biovolume, hétérogénéité, écophysiologie des graminées (Lemaire, 1991 ; Blanfort, 1996 ; Duru *et al.*, 2001),
- d'éthologie et interface herbe/animal (Dumont, 1995 ; Louault *et al.*, 1997 ; Prache *et al.*, 1998 ; Dumont *et al.*, 2001).

L'élaboration de notre propre cadre de repère sur la notion de structure du couvert des prairies prend en compte la règle écologique qui indique que les écosystèmes sont des systèmes fiables, persistants et qui possèdent une structure dans l'espace et une "organisation – fonctionnement" dans le temps (Silva, 1979).

Pour l'élaboration d'une grille composée de critères opérationnels pour notre terrain nous avons du prospecter aussi auprès des travaux qui présentent des mesures concrètes et applicables opérationnelles pour nos besoins. Nous avons par exemple étudié les méthodes, observations et mesures quantitatives de la végétation reconnues par les écologues des formations herbacées (Gounot, 1969, Godron M., 1984).

La plupart des travaux pris en référence sont issus du "courant – école initiale de phytosociologie Zurich – Montpellier" (Guinochet, 1973 ; Acot, 1993). Nous avons plus particulièrement étudié les réflexions et travaux des diverses techniques de mesures de la végétation, comme par exemple la méthode des points quadrats pour établir des fréquences et des contributions spécifiques (Daget et Poissonet, 1969, 1971, 1972, 1991 ; Poissonet, 1992 ; Daget et Godron, 1995).

421.2. Notre cadre d'étude pour aborder la structure du couvert herbacé fourrager

Pour notre étude, nous avons étudié plus particulièrement "l'effet écran" de la structure du couvert herbacé. Pour arriver à discriminer sur cet aspect les structures des couverts des prairies que nous suivions, nous avons du identifier des paramètres quantitatifs continus applicables à toutes les situations rencontrées dans nos prairies. Ces mesures devaient aussi être relevées conjointement avec d'autres mesures, notamment les fréquences spécifiques, afin de réaliser des analyses en régressions multiples aptes à intégrer toutes les données enregistrées, pour en faire ressortir les relations entre variables.

Les consultations que nous avons réalisées sur les méthodes de caractérisation et de classement des structures végétales, nous ont permis de mettre en évidence certaines de leurs limites pour nos besoins. En conséquence nous avons établi un protocole de mesures nous permettant de quantifier afin de comparer les structures des couverts des stations étudiées. Les critères retenus avaient pour objet d'établir un chiffrage à la fois sur le plan horizontal et sur le plan vertical.

Notre protocole de mesures a cherché à corriger les points suivants des méthodes habituelles :

- les descriptions qualitatives concernant les formations végétales sont difficilement exploitables pour établir des comparaisons fines entre couverts fourragers,
- les critères sont pas ou peu intégrables en matière de structure des formations végétales herbeuses établit notamment par Bernard-Marie Descoings (1976) dont les fiches structurales des formations herbeuses comprend : les spectres des types biologiques et des types morphologiques, les diagrammes biomorphologique, de stratification du peuplement ligneux, de stratification du peuplement graminéoïde,
- les hauteurs du couvert herbacé qui sont peu opérantes sur des espèces stolonifères,
- les conversions des hauteurs d'herbe en biomasse ne s'avèrent pas adaptées pour les prairies guyanaises en raison de trop grandes différences des types morphologiques entre les principales espèces fourragères guyanaises (des *Brachiaria* et *Digitaria swazilandensis*), voir figure n° 140,
- les appréciations qualitatives des hétérogénéités du couvert sont délicates à réaliser dans nos prairies et à traiter sur le plan biométrique.

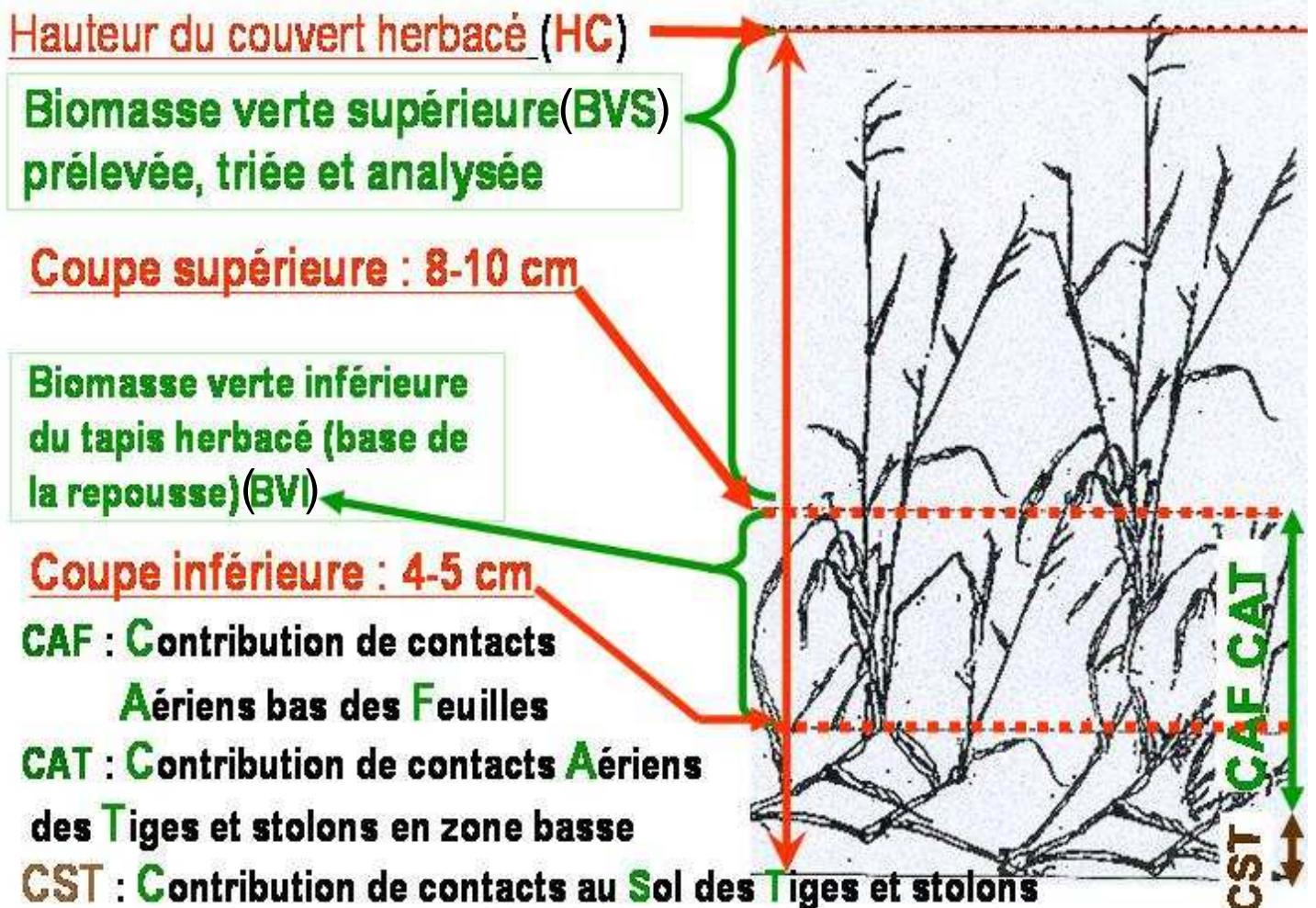


Figure n° 139 : Schéma illustrant les mesures effectuées pour apprécier la structure de la végétation herbacée fourragère prairiale. Mesures inspirées de la méthode des "points - quadrats", qui a été ajustée pour appréhender la densité horizontale et avec en ajout des mesures de biomasses volumiques pour l'épaisseur du couvert.

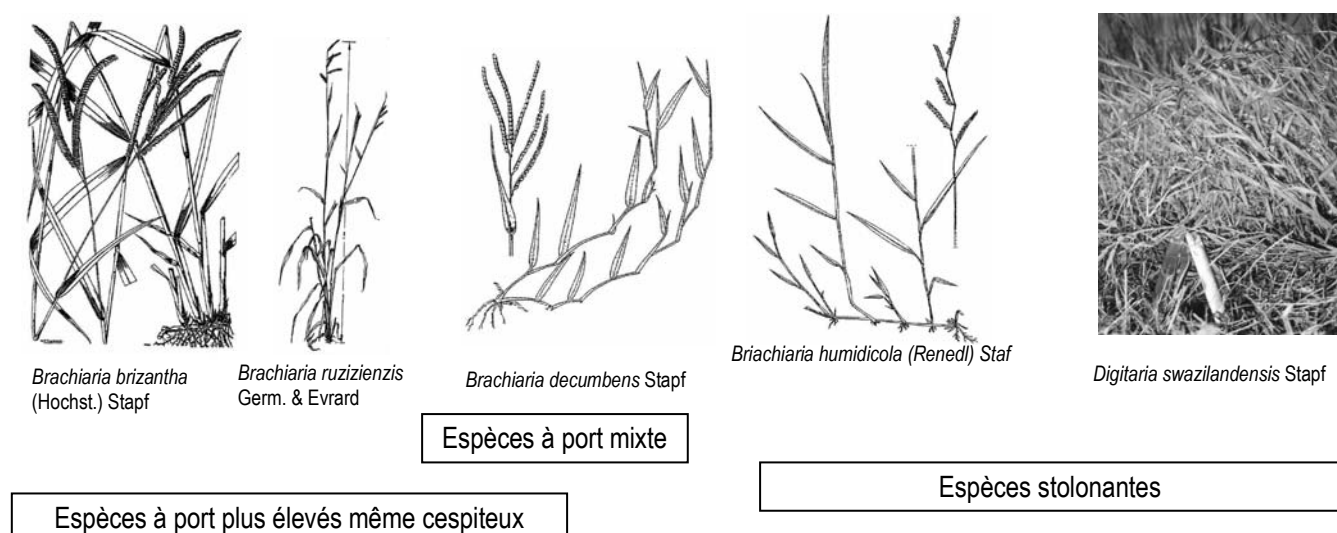


Figure n°140 : Principales espèces de fourragères présentes en Guyane. Dessins sources FAO. Cliché noir & blanc J. Huguenin.

422. Matériel, outils et méthodes appliqués pour mesurer les structures du couvert herbacé fourrager des prairies guyanaises

L'objectif des mesures de cette étude particulière, qui met en son centre l'importance de la structure du couvert fourrager, est de pouvoir étudier les relations :

- ↳ des structures avec la dégradation et le salissement de prairies,
- ↳ entre les modes de pâtures et les structures.

Notre protocole de mesures pour cette étude a suivi les étapes suivantes:

1^{ère} étape => Analyses botaniques et phytosociologiques dans les stations (des parcelles retenues), avant de mesurer la structure du couvert fourrager des prairies pâturées :

- ↳ le relevé floristique, destiné à établir les degrés de salissement,
- ↳ le relevé des fréquences spécifiques, par la méthode des points quadrats alignés pour établir les contributions spécifiques et les degrés de dégradation.

2^{ème} étape => Mesure de la hauteur du toit de l'herbage fourrager, utile en soi et pour calculer les biomasses volumiques.

3^{ème} étape => La première coupe se fait à une dizaine de cm, ce qui permet d'estimer une biomasse volumique, facteur essentiel de "l'effet écran" du couvert.

4^{ème} étape => Relevé en point quadrats, au niveau du sol, sur les différents types d'organes (tiges, feuilles, stolons) et leur fréquence à la base de la structure de la végétation et au niveau même du sol, afin de mesurer la densité de la végétation et indiquer la fermeture de l'espace par la végétation fourragère à la base de la végétation.

5^{ème} étape => La deuxième coupe, réalisée au plus bas de la végétation, permet d'obtenir une biomasse dite inférieure pouvant indiquer aussi le niveau de fermeture de l'espace pouvant à avoir une incidence sur la compétition des espèces fourragères vis-à-vis des adventices.

La biomasse mesurée ou estimée à partir de la hauteur de l'herbe est un critère intéressant mais insuffisant pour révéler et comparer "l'effet écran" de façon pertinente l'épaisseur des couverts prairiaux.

La densité et l'épaisseur de la structure végétale des prairies ont été les deux notions intégratives de nos observations et de nos mesures pour apprécier "l'effet écran" du couvert herbacé fourrager des pâtures.

L'épaisseur du couvert a été traduite dans notre étude par la "biomasse - volumique" (biomasse / volume occupé).

- 1) Cette opération nécessite la coupe de végétation pour effectuer les pesées de la biomasse. Elle s'est réalisée à partir de motofaucheuse ou de tondeuses à gazon adaptées.
- 2) Pour obtenir le volume, la hauteur du couvert a donc été pris en compte avec les dimensions de la bande prélevée : largeur et longueur. Plus le ratio (biomasse/volume) est élevé plus l'épaisseur est considérée comme ayant un "effet écran de végétation" opaque.

La densité des couverts, autre critère intégratif de "l'effet écran" de la structure, a été apprécié et mesurée à partir des contributions de contacts des organes végétaux, des espèces fourragères : feuilles, tiges, stolons à la base des structures. Plus les contributions de contacts des organes sont élevées, plus les structures dans notre méthode sont considérées comme dense est contribuant dont à "l'effet écran" du couvert herbacé fourrager.

Ces mesures de densité et d'épaisseur présentent l'avantage de fournir des données quantitatives continues faciles à croiser et traiter avec d'autres variables.

Précisions sur les mesures de biomasses :

La végétation coupée est pesée en vert sur place. Elle est mise dans des sacs de capacité importante et pesée en matière verte sur place. Pour la traduction en quantité de matière sèche, des échantillons de la végétation fourragère coupée sont conservés sur le terrain dans des sacs étanches. Ces échantillons sont ensuite placés dans de petits sacs en fibre de coton pour être installés dans une étuve sèche à 60° C pendant 48 h. Ainsi les taux de matière sèche peuvent être calculés.

423. Dispositifs et traitements des données

Nos dispositifs de terrain, pour cette étude, reposent sur des mesures et observations qui ont été réalisées dans un ensemble de parcelles suivies appartenant à sept exploitations d'élevage.

Toutes les parcelles de ces élevages ont fait l'objet d'un suivi synchronique des mouvements de troupeaux de leurs modifications et répartitions en lots, des modalités de gestion des prairies. Ces suivis nous ont permis notamment d'établir les profils continus d'exploitation par la pâture (chargement instantanée / temps en jour) de 197 parcelles dont la superficie totale est de 1.288 ha (soit la presque totalité des parcelles des sept exploitations d'élevages de référence pour notre étude).

Des 197 parcelles suivies nous en avons retenu 72 pour cette étude spécifique, suivant des critères de représentativité du couvert végétal (espèces fourragères, formes des structures), des modes d'exploitation des pâtures (charge, rotation, temps de passage et de repousse) et de l'origine des terrains (forêt ou savane).

Dans cet échantillon de 72 parcelles, 102 stations ont été étudiées concernant la structure du couvert prairial. En conséquence, nous avons établi deux bases de données, une de 102 individus dédiés à l'étude sur les structures prairiales, l'autre de 72 individus pour les critères concernant le milieu, les pratiques, l'état de dégradation et de salissement du couvert herbacé des prairies. Ces parcelles faisaient l'objet de suivi diachronique concernant leur modalité de pâture et d'entretien.

Les opérations de mesures spécifiques de la végétation et du couvert ont été réalisées de façon le plus synchronique possible après l'intense saison des pluies (avril - juin) quand l'expression floristique des adventices est à son maximum. Lors de ces opérations, les enregistrements ont concernés :

- ➔ le cortège floristique pour la détermination du degré de salissement,
- ➔ les fréquences et contributions spécifiques pour établir le degré de dégradation²⁶⁵,
- ➔ les hauteurs du couvert fourrager de la prairie,
- ➔ les biomasses fourragères à deux niveaux, } Pour calculer les biomasses volumiques
- ➔ les fréquences de présence des différents organes de la végétation fourragère à la base de la structure du couvert fourrager (à deux niveaux, Cf. Fig. n°139)) pour apprécier les modalités de la densité de la végétation fourragère à sa base.

Toutes les mesures ont été réalisées successivement dans la même station dans la même journée. Afin de garder une certaine cohérence de comparaison, toutes les stations ont été relevées le plus rapidement possible (sur deux mois : juillet - août), avant la saison de basse pluviométrie. Compte tenu de la lourdeur de ce type de campagne, ces opérations ont été réalisées une seule année.

Les bases de données ont fait l'objet de traitements biométriques multifactoriels avec les logiciels ADE4 et R. Nous avons procédé à des régressions multiples par analyses Hill et Smith et analyses de Co-inertie. La procédure de traitement a suivi les étapes suivantes :

1^{ère} étape : Analyse des relations Structures des couverts fourragers des prairies X Pratiques à partir d'une base de six variables continues et trois variables discrètes (15 modalités) sur 102 stations (Tableau n° 21).

2^{ème} étape : Analyse des relations Pratiques X Dégradation et salissement des prairies X Milieu d'origine des terrains à partir de cinq variables continues et quatre variables discrètes (17 modalités) sur 72 stations. [Etape de confirmation].

3^{ème} étape : Analyse des relations des Structures du couvert fourrager des prairies X Dégradation et salissement des prairies X Milieu d'origine des terrains à partir de 11 variables continues et une variables discrète (2 modalités) sur 72 stations.

4^{ème} étape : Analyse des relations des Structures du couvert fourrager des prairies X Dégradation et salissement des prairies X Pratiques X Milieu d'origine des terrains à partir de 11 variables continues et une variables discrète (2 modalités) sur 72 stations.

²⁶⁵ Daget & Poissonet, 1971.

Tableau n°21 : Liste des variables des analyses St ructure - Pratiques.

Type	Code	Variable	Modalités	Code
Variables de pratiques de gestion et d'entretien	Esp	Espèce fourragère	<i>Brachiaria brizantha</i>	Bb
			<i>Brachiaria decumbens</i>	Bd
			<i>Brachiaria humidicola</i>	Bh
			<i>Digitaria swazilandensis</i>	Ds
	RB	Rabattage de la végétation	Rabattage des refus	RR
			Pas de rabattage des refus	PR
	Typ Pat	Types de pâtures	Rotation régulière de charge instantanée modeste – stable > à 2 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j	1
			Rotation régulière de charge instantanée moyenne stable de : 2 000 à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j	2
			Rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j	3
			Rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j	4
			Rotation très irrégulière qui présente peu de temps de repos et des charges instantanées variables > à 3 000 kg PV/Ha/an	5
			Rotation très irrégulière qui présente au moins un temps de repousse très long (> 90 j) et au moins un passage avec une forte charge instantanées > à 5 000 kg PV/Ha/an	6
			Rotation très irrégulière qui présente au moins un temps de repousse très long (> 90 j) et une charge instantanées moyenne 1 000 à 4 500 kg PV/Ha/an	7
			Rotation régulière mais qui présente de fréquentes et amples variations de la charge instantanées	8
			Rotation très irrégulière qui présente de fréquentes variations de la charge instantanées (moins amples que dans la classe 8)	9
Variables de la structure des graminées fourragères	CAF	Contributions des contacts aériens des feuilles à la base de la structure.		
	CAT	Contributions des contacts aériens des tiges et stolons à la base de la structure		
	CST	Contributions de contacts au sol des tiges et stolons		
	BVS	Biomasse volumique supérieure entre la hauteur de coupe (8cm) et la hauteur du couvert herbacé fourragé.		
	BVI	Biomasse volumique inférieure entre 3 et 8cm.		
	HC	Hauteur du couvert herbacé fourrager (en cm).		

Information sur un mode de traitement spécifique : la Co - Inertie multiple.

Nous avons utilisé, lors de certains traitements, l'analyse de Co - Inertie Multiple (Chessel et Hanafi, 1996) qui est une extension à plus de deux tableaux de l'analyse de Co - Inertie. Elle permet de rechercher la structure commune de K - tableaux. Nous utilisons dans cette étude ce type d'analyse sur deux tableaux seulement, en remplacement de l'analyse de co-inertie classique, car elle permet d'établir une structure moyenne des parcelles. Au cours des analyses, les tableaux sont pondérés par l'inverse de l'inertie totale du tableau.

L'analyse de Co - Inertie Multiple ne possède pas de décomposition en valeurs propres qui permet de choisir ce paramètre au cours de l'étude. En conséquence, avant de lancer les analyses, nous avons exécuté les analyses séparément de chacun des tableaux afin d'examiner leur structure au travers de leur histogramme des valeurs propres. Le nombre d'axes conservés doit être au maximum le nombre d'axes utiles dans la plus complexe des analyses séparées. Afin d'établir des liaisons entre les typologies par tableau, nous avons représenté simultanément les coordonnées des parcelles normalisées par tableau et la projection des parcelles sur le plan de référence (structure moyenne), ce qui montre la part de corrélation dans la co-inertie entre chaque tableau et le tableau de référence.

Tableau n°22 : Liste des variables de l'analyse de Hill et Smith Pratiques – Dégradation – Milieu

Type	Code	Variable	Modalités	Codes
Variables de pratiques d'installation d'entretien et de gestion	Esp	Espèce fourragère	<i>Brachiaria brizantha</i>	Bb
			<i>Brachiaria decumbens</i>	Bd
			<i>Brachiaria humidicola</i>	Bh
			<i>Digitaria swazilandensis</i>	Ds
	RB	Rabattage de la végétation	Rabattage des refus	RR
			Pas de rabattage des refus	PR
	Typ_Pat	Types de pâtures	Rotation régulière de charge instantanée modeste – stable > à 2 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j	1
			Rotation régulière de charge instantanée moyenne stable de : 2 000 à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j	2
			Rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j	3
			Rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j	4
			Rotation très irrégulière qui présente peu de temps de repos et des charges instantanées variables > à 3 000 kg PV/Ha/an	5
			Rotation très irrégulière avec de repousse très long (> 90 j) et au moins un passage avec une forte charge instantanées > à 5 000 kg PV/Ha/an	6
			Rotation très irrégulière qui présente au moins un temps de repousse très long (> 90 j) et une charge instantanées moyenne 1 000 à 4 500 kg PV/Ha/an	7
			Rotation régulière avec amplitudes de variations de la charge instantanées	8
			Rotation très irrégulière qui présente de fréquentes variations de la charge instantanées (moins amples que dans la classe 8)	9
Variable de milieu	ORIG	Végétation d'origine	Savane	sav
			Forêt	for
Variables d'état : dégradation et salissement	DEG	Dégradation en pourcentage		
	SAL	Salissement		
	CS-MP	Contribution spécifique de <i>Mimosa pudica</i>		
	CS-SV	Contribution spécifique de <i>Spermacoce verticillata</i>		
	CS-Cyp	Contribution spécifique des Cypéracées		

43. Principaux résultats obtenus

Les caractéristiques des structures se sont révélées, dans nos analyses, liées à la fois à l'état des prairies et à leurs modes de gestion (notamment les pratiques de conduite de la pâture).

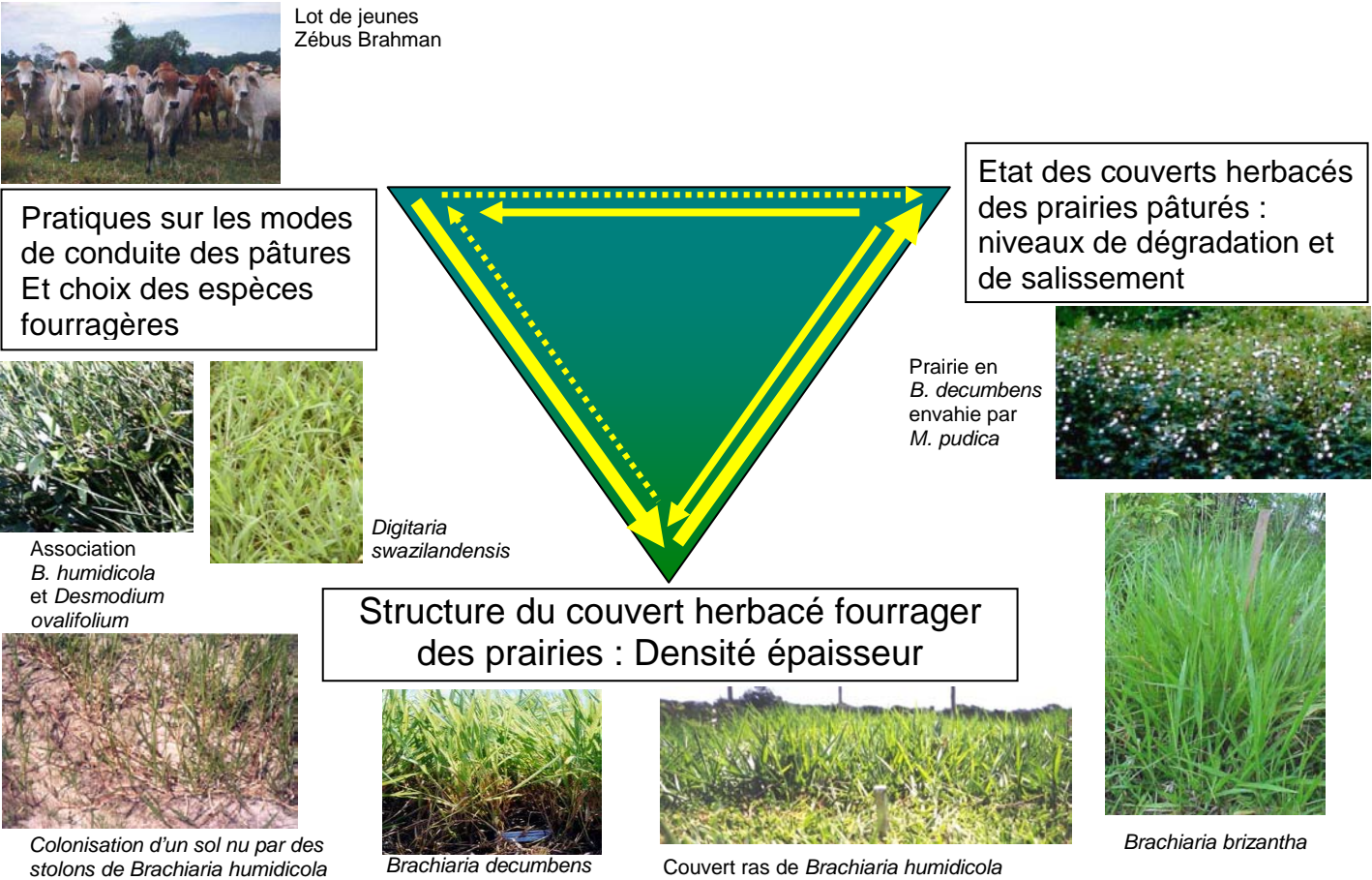
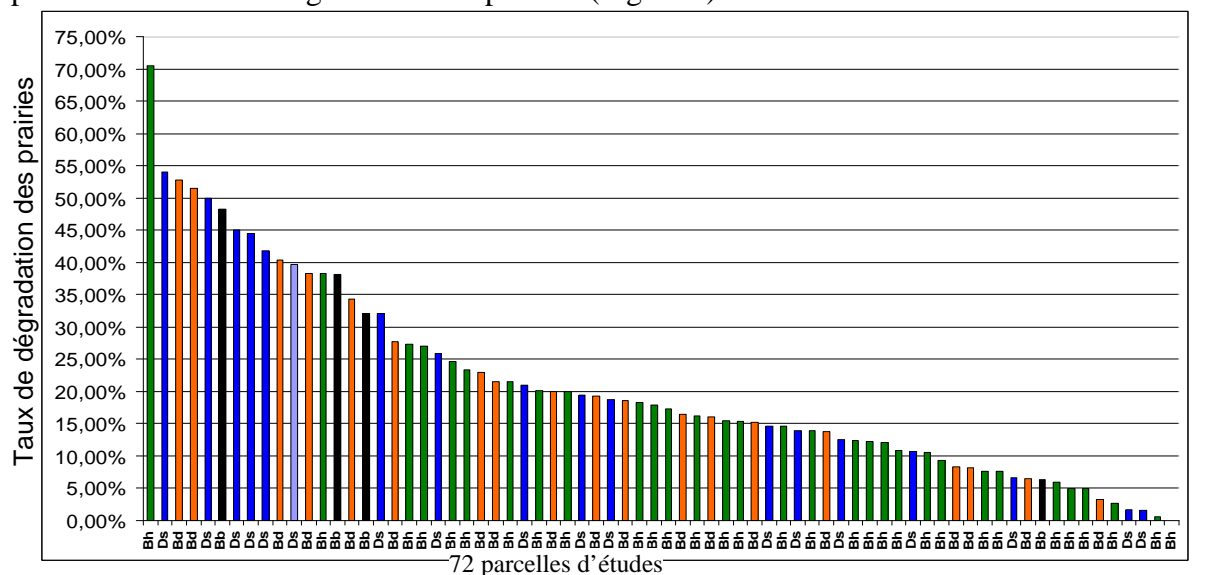


Figure n° 141 : Relations entre Structures de couverts fourragers – Pratiques de gestion des prairies –Etat de dégradation et de salissement – Milieu d'origine

Certaines tendances lourdes s'expriment dans de simples histogrammes de distributions (Fig. 142 et 143). La répartition des espèces fourragères en tant que seule variable fait ressortir son poids vis-à-vis de la dégradation des prairies (Fig. 142).



Bb : *Brachiaria brizantha*, Bd : *Brachiaria decumbens*, Bh : *Brachiaria humidicola*, Ds : *Digitaria swazilandensis*

Figure n°142 : Distribution des taux de dégradation des parcelles de la base de données sur les structures du couvert avec indications des espèces fourragères en place.

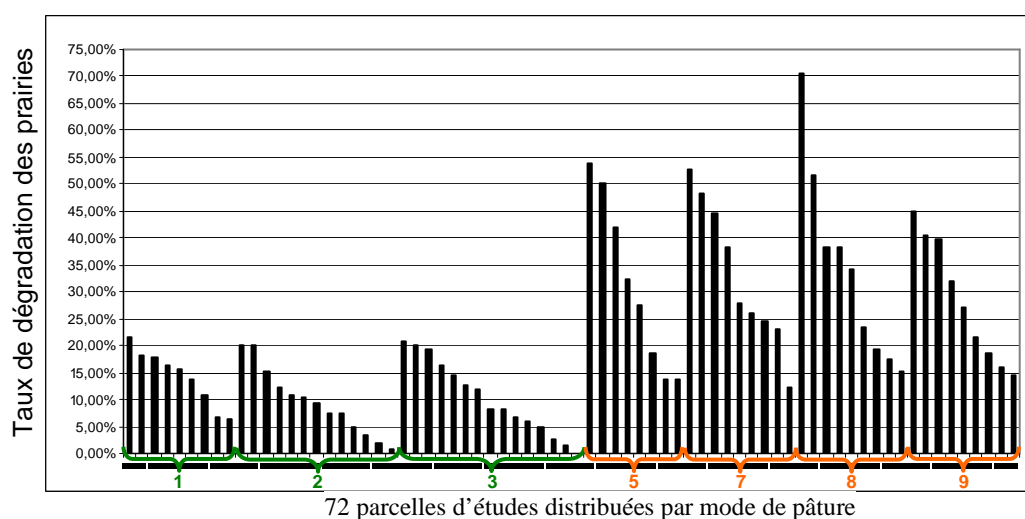


Figure n°143 : Distributions des taux de dégradation des parcelles par type de conduit de pâture

- 1_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée modeste - stable > à 2 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j,
- 2_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée moyenne stable de : 2 000 à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies moyen à long > 15 j,
- 3_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j,
- 4_ pâturage avec rotation régulière de charge instantanée stable > à 4 000 kg PV/Ha/an et un temps de passage moyen sur les prairies < à 15 j,
- 5_ pâturage avec rotation très irrégulière qui présente peu de temps de repos et des charges instantanées variables > à 3 000 kg PV/Ha/an
- 6_ pâturage avec rotation très irrégulière qui présente au moins un temps de repousse très long (> 90 j) et au moins un passage avec une forte charge instantanées > à 5 000 kg PV/Ha/an
- 7_ pâturage avec rotation très irrégulière qui présente au moins un temps de repousse très long (> 90 j) et une charge instantanées moyenne 1 000 à 4 500 kg PV/Ha/an
- 8_ pâturage en rotation régulière mais qui présente de fréquentes et amples variations de la charge instantanées
- 9_ pâturage en rotation très irrégulière qui présente de fréquentes variations de la charge instantanées (moins amples que dans la classe 8)

Les différents modes de conduite de pâture, croisés avec les niveaux de dégradation, des parcelles de la base de cette étude, montrent deux grands types d'expression : les trois premiers modes regroupent des niveaux de dégradation inférieurs à 22 %, les autres présentent une majorité de parcelles à des niveaux beaucoup plus élevés.

Les principales tendances propres au poids de la structure des couverts s'expriment surtout dans des représentations factorielles en trois dimensions, ce qui permet aussi d'apprécier les synergies entre de multiples variables. Les principaux résultats des analyses multifactorielles sont présentés par étape afin de souligner les types de liens et leurs significations. Nous les exposons à partir des projections factorielles (trois dimensions) les plus pertinentes.

Les projections factorielles des parcelles et des stations nous ont été utiles pour apprécier plus finement le positionnement de certaines variables. La perception et l'interprétation de ces précisions nécessitaient de connaître précisément les parcelles.

Les variables retenues discriminent toutes fortement les parcelles (stations) qui ont fait l'objet de cette étude. Les nouveaux résultats présentent à nouveau deux pôles distincts : pôle Forêt et pôle Savane. En matière de dégradation et de salissement, nous retrouvons les gradients de vulnérabilité suivant les espèces fourragères et les modes de conduite du pâturage. Les variables complémentaires utilisées dans ces nouvelles analyses ont permis d'étudier la pertinentes des relation entre :

- ⊗ la structure du couvert herbacé fourrager,
- ⊗ l'état des prairies (dégradation et salissement),
- ⊗ les pratiques de pâtures,
- ⊗ les principales espèces fourragères.

431. Poids des espèces fourragères dans les structures des couverts herbacés

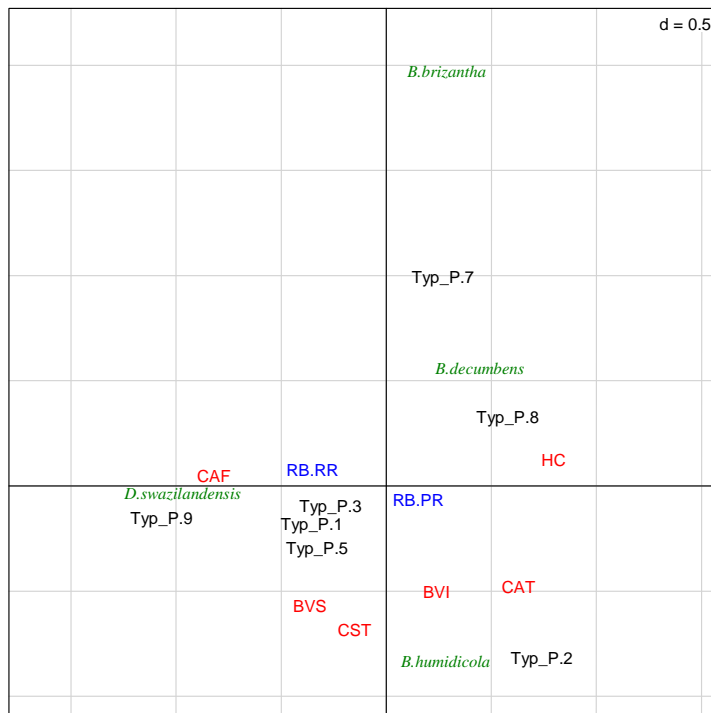
Les quatre espèces fourragères les plus fréquemment rencontrées dans les prairies guyanaises (couvrent une superficie d'environ 80 % de la STH), se retrouvent dans nos projections factorielles de façon bien distinguées. Nos appréciations visuelles sur le port et la structure de ces espèces ont été nettement confirmées lors du traitement des données croisant les critères retenues pour caractériser la structure du couvert et les différentes espèces. Elles présentent toutes des profils bien spécifiques établis à partir des six "critères " que nous avons retenus pour caractériser ces structures de couverts prairiaux :

Trois critères informant de la densité du couvert (à sa base essentiellement) :

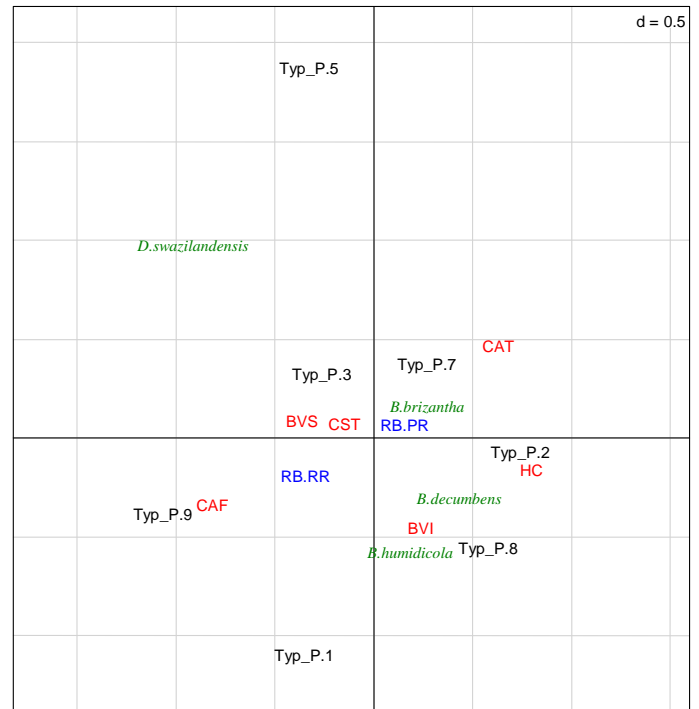
- ➔ Contributions des contacts aériens des feuilles à la base de la structure => CAF
- ➔ Contributions des contacts aériens des tiges et stolons à la base de la structure => CAT
- ➔ Contributions de contacts au sol des tiges et stolons => CST

Trois critères informant de l'épaisseur du couvert :

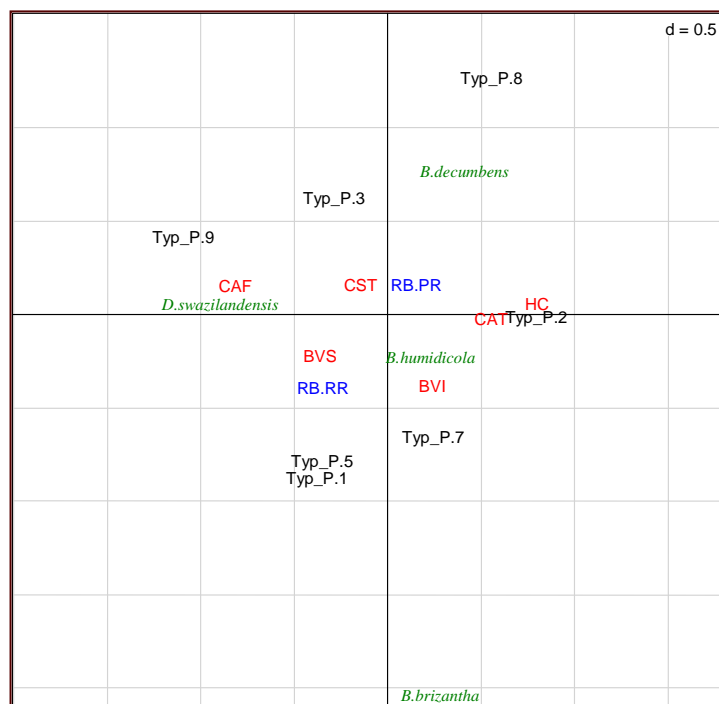
- ➔ Biomasse volumique supérieure entre la hauteur de coupe (8cm) et la hauteur du couvert herbacé fourragé => BVS
- ➔ Biomasse volumique inférieure entre 3 et 8cm => BVI
- ➔ Hauteur du couvert herbacé fourrager (en cm) => HC



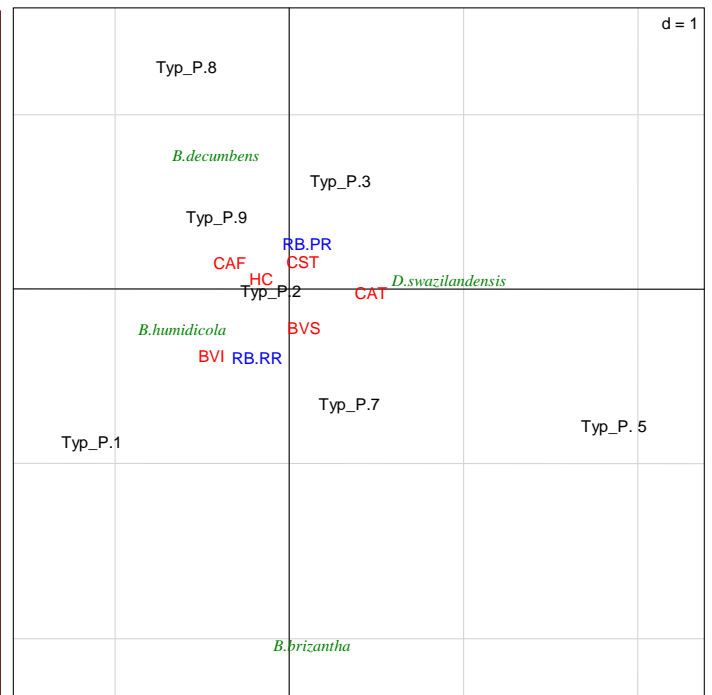
Plan factoriel 1-2



Plan factoriel 1-3



Plan factoriel 1-4



Plan factoriel 3-4

En vert les espèces fourragères

En noir les modalités de pâture

En rouge les indicateurs de structures

En bleu mentions des pratiques de rabattage ou non des refus

Figures n°144 : Plans factoriels de l'AHS (102 I) sur les variables de structures et de pratiques. Projection des variables.

Les quatre espèces fourragères concernées par notre étude peuvent se caractériser, indépendamment du degré de dégradation, ainsi :

Brachiaria brizantha présente de faibles densités d'organes, notamment en tiges et stolons, la plus faible biomasse volumique inférieure comme supérieure (alors qu'elle présente par pied la plus forte biomasse produite), une hauteur dans les plus hautes (c'est la seule plante cespiceuse des quatre espèces de l'étude).

Brachiaria decumbens (dont le port est similaire à *Brachiaria ruziziensis*), se caractérise par des hauteurs assez hautes (malgré son aptitude à stolonner), mais des densités et des biomasses volumiques basses.

Brachiaria humidicola a des valeurs en densité et épaisseurs très élevées, sa hauteur est généralement basse, ses contributions en tiges et stolons sont les plus élevées, par contre son niveau de contribution en feuille est moindre. Il faut préciser que cette espèce a la caractéristique d'être stolonante.

Digitaria swazilandensis a pour caractéristique principale d'avoir la plus forte contribution en feuilles ; en revanche les niveaux des autres critères de densité sont modestes comme ceux sur les épaisseurs.

Les modes de conduite des pâtures s'expriment dans nos échantillons de parcelles – stations, lors de nos analyses factorielles, en deux tendances vis-à-vis des variables des structures :

- 1_ les prairies qui présentent des structures des couverts denses et épaisses,
- 2_ les prairies qui sont généralement plus hautes avec moins de densité et d'épaisseurs.

Les pâtures menées à un niveau de chargement instantané relativement régulier ainsi que les rotations, temps de repousse et de passage :

Il apparaît des nuances suivant les pressions exercées en situation de chargement régulier. Les pressions assez fortes se trouvent associées aux structures ayant des densités de stolons et tiges élevées ainsi que des biomasses volumiques inférieures (< 10 cm) fortes ; les pressions plus faibles sont associées aux structures plus lâches en densité et épaisseur surtout pour les tiges et stolons, en revanche les densités en feuilles sont plus importantes.

Les modes de conduites des pâtures qui présentent des variations marquées en chargement instantané, en temps de passage et de repousse (avec de long temps de repousse > à 60 j.) :

Ils s'expriment dans nos analyses proches des structures aux densités et épaisseurs modestes à faible sauf en feuilles et dont la hauteur du couvert est élevé.

L'effet rabattage mécanique de la végétation (Rabattage des refus => RB.RR.) ou non rabattage (Pas de rabattage des refus => RB.PR), n'apparaît pas comme signifiant dans nos analyses compte tenu des variables croisées.

Nous tenons à préciser que la mise en évidence des relations entre variables n'est pas systématiquement due à des causalités. Les raisons du rapprochement des variables dans les projections factorielles en régressions multiples doivent être examinées et interprétées à partir du positionnement des parcelles/stations dans leurs propres plans factoriels (donc de bien connaître la conduite et l'histoire de chaque parcelle/station).

Nous notons qu'en croisant seulement les deux variables : "Espèces fourragères installées dans les prairies" X "degrés de dégradation de ces prairies"; *Brachiaria humidicola* se démarque nettement (Fig. n° 145) ; idem avec les degré de salissement (Fig. n° 146).

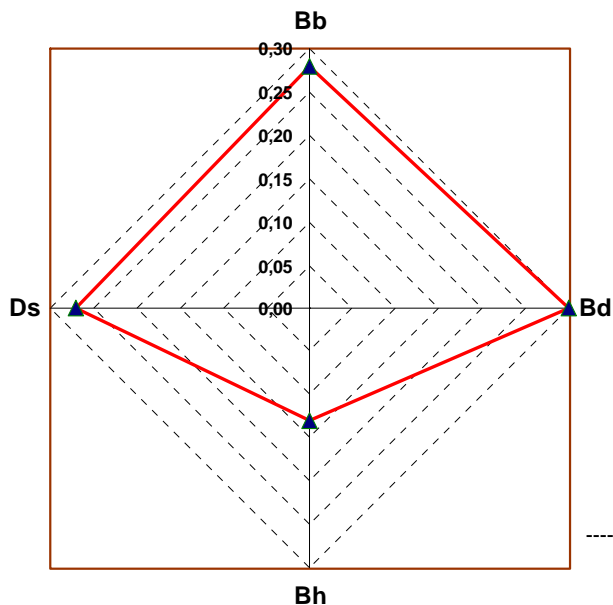


Figure n° 145 : Représentation de l'effet espèce sur la dégradation

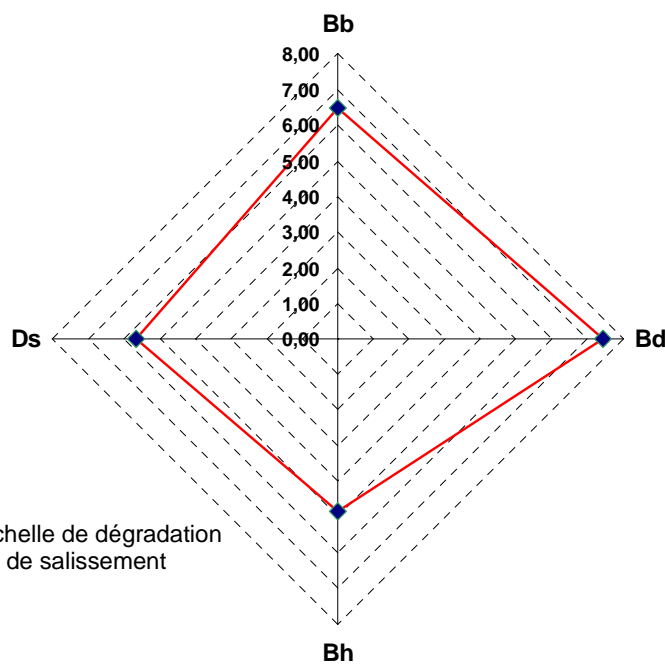


Figure n° 146 : Représentation de l'effet espèce sur le salissement

Codes des espèces fourragères

Bb : *Brachiaria brizantha* - Bd : *Brachiaria decumbens* - Bh : *Brachiaria humidicola*

Ds : *Digitaria swazilandensis*

Les moyennes des paramètres (de densités et d'épaisseur) des structures montrent les différences interspécifiques (Tab. n° 23).

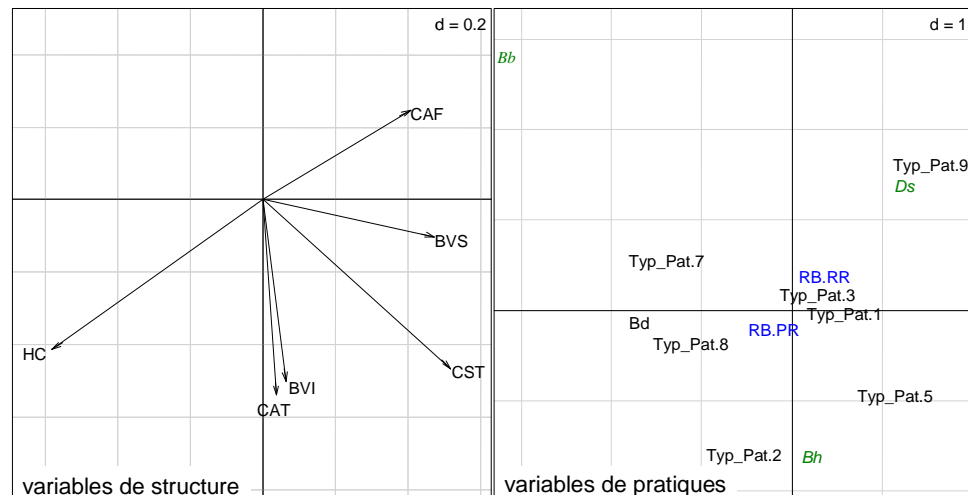
Tableau n°23 : Valeurs des indicateurs des structures de différentes espèces fourragères

	CAF	CAT	CST	BVS	BVI	HC
<i>Brachiaria brizantaha</i>	0,25	0,46	0,33	0,56	2,56	30,60
<i>Brachiaria decumbens</i>	0,26	0,57	0,52	0,87	3,70	32,09
<i>Brachiaria humidicola</i>	0,30	0,62	0,63	1,33	5,19	27,97
<i>Digitaria swazilandensis</i>	0,35	0,57	0,61	1,39	2,45	18,71

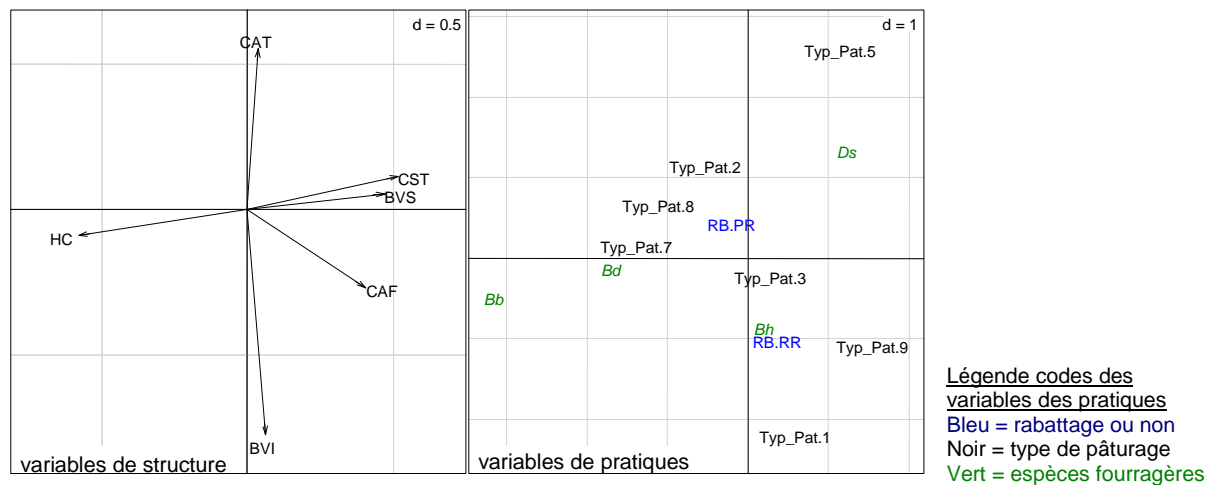
Dans l'analyse sur les structures nous avons été amenées à tenir compte des fonctions attribuées par les éleveurs à certaines prairies compte tenu de leur espèces fourragères dominantes. Ces fonctions orientent en partie la localisation des variables dans les projections factorielles, d'où l'importance qu'il a été pour nous de toujours tenir compte de façon simultanée des positions des variables et des parcelles. Nous pouvons par exemple citer les situations suivantes :

- ✓ Les prairies à *Digitaria swazilandensis* sont souvent attribuées aux animaux considérés comme plus sensibles (malades, convalescents, vaches après le vêlage, veaux au sevrage...), c'est ainsi que ces prairies font souvent l'objet de plus de soins. Les prairies implantées avec cette espèce se situent fréquemment à proximité des habitations et corrales.
- ✓ En revanche les prairies à *Brachiaria decumbens* sont considérées comme rustiques, de valeur pastorale moyenne et sont souvent destinées aux génisses, vaches suitées, cela a pour incidence qu'elles sont peu entretenues. Cette perception de rusticité pour cette espèce induit que les prairies en *B. decumbens* se trouvent fréquemment en périphérie du territoire de l'exploitation.

- ✓ Les prairies à *Brachiaria humidicola* ont pour principale fonction de mettre en valeur les terrains de savanes à sols podzoliques connaissant des périodes de fortes hydrométries. Cette spécificité a amené les éleveurs à l'utiliser d'abord dans les zones de savanes de plaines aux sols à tendance podzolique.
- ✓ Les prairies à *Brachiaria brizantha* sont le plus souvent installées en terrain déforesté en zone bien drainé pour fournir de plus importante quantité de biomasse, elles présentes aussi l'avantage de ne pas être attaquées par des insectes (raison pour laquelle cette espèce s'est développer en Amazonie brésilienne).



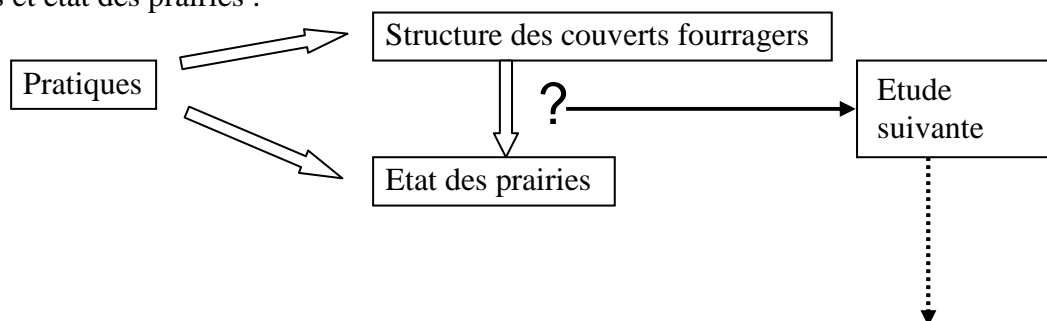
Plans factoriels 1-2



Plans factoriels 1-3

Figures n°3 147 : Plans factoriels de l'analyse de Co-inertie (102 lignes).
Projection des variables de structure et de pratiques.

De ces doubles liaisons des pratiques sur l'état des prairies et les types de structures des couverts fourragers, nous avons cherché à mettre en évidence les relations entre types de structures et état des prairies :



432. Liens révélés entre la structure du couvert fourrager et l'état des prairies

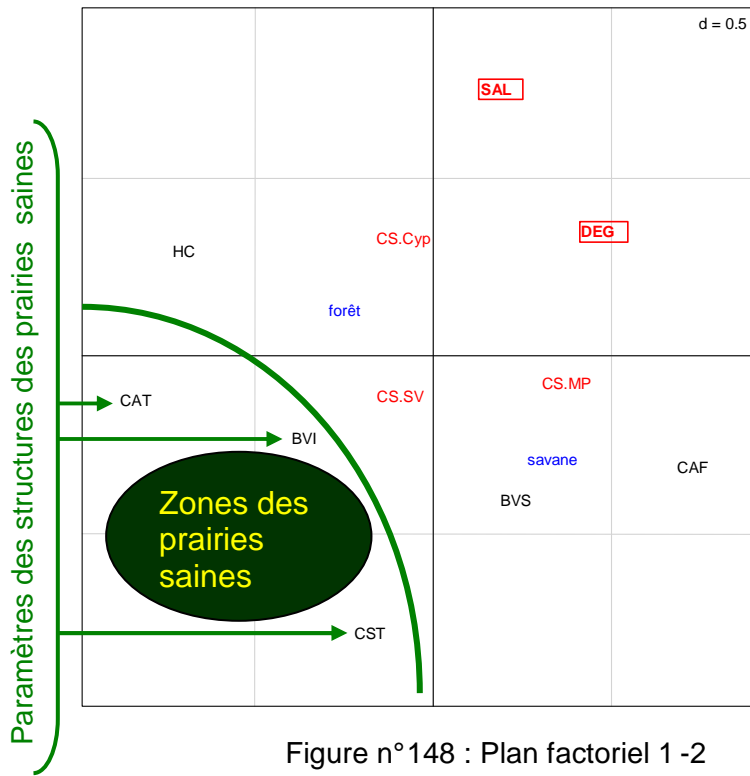


Figure n°148 : Plan factoriel 1-2

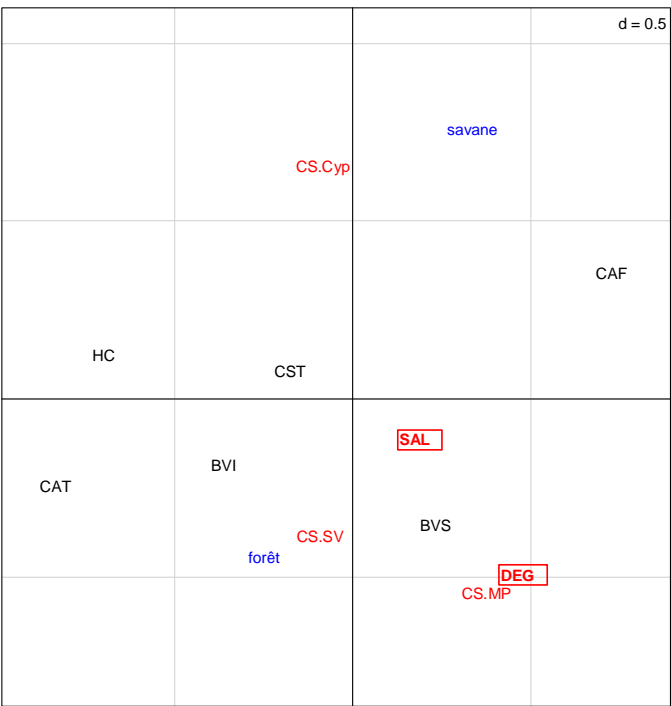


Figure n°149 : Plan factoriel 1-3

De l'AHS Projection des variables. Structure – Dégradation – Milieu.

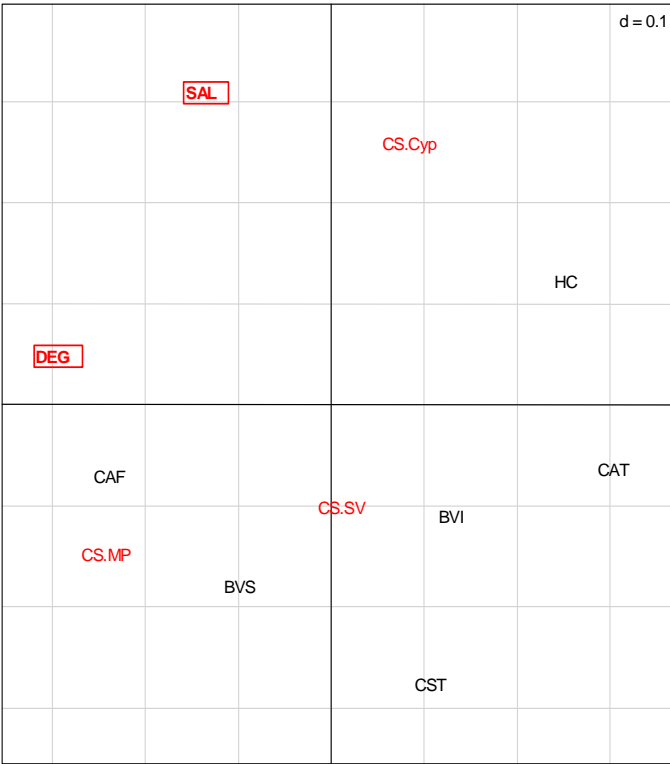


Figure n°150 : Plan factoriel 1-2

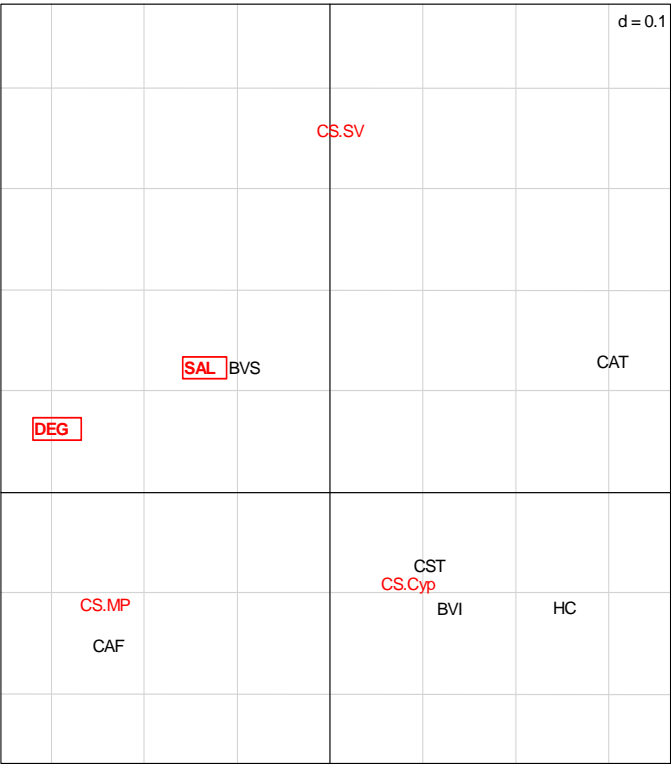


Figure n°151 : Plan factoriel 1-3

De l'analyse de Co-Inertie (l'ACOM) Structure – Dégradation.
Projection des variables (les variables de structure en noir, de dégradation en rouge).

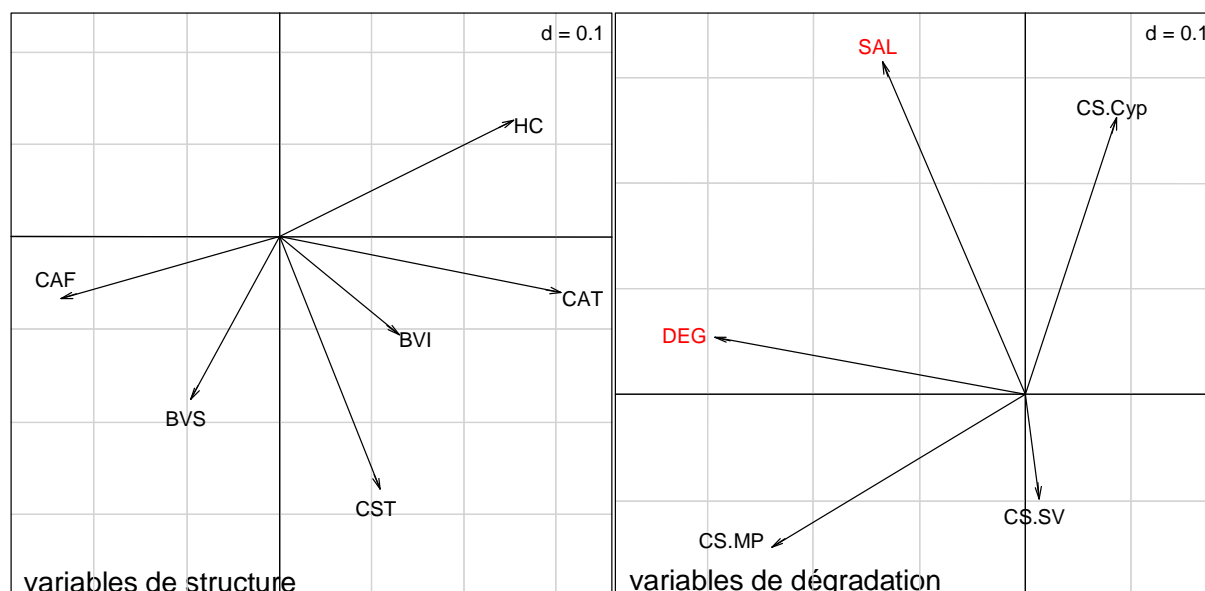


Figure n° 152 : Plan factoriel 1-2 de l'ACOM (S-D). Projection des variables : multi-fenêtrage par tableau.

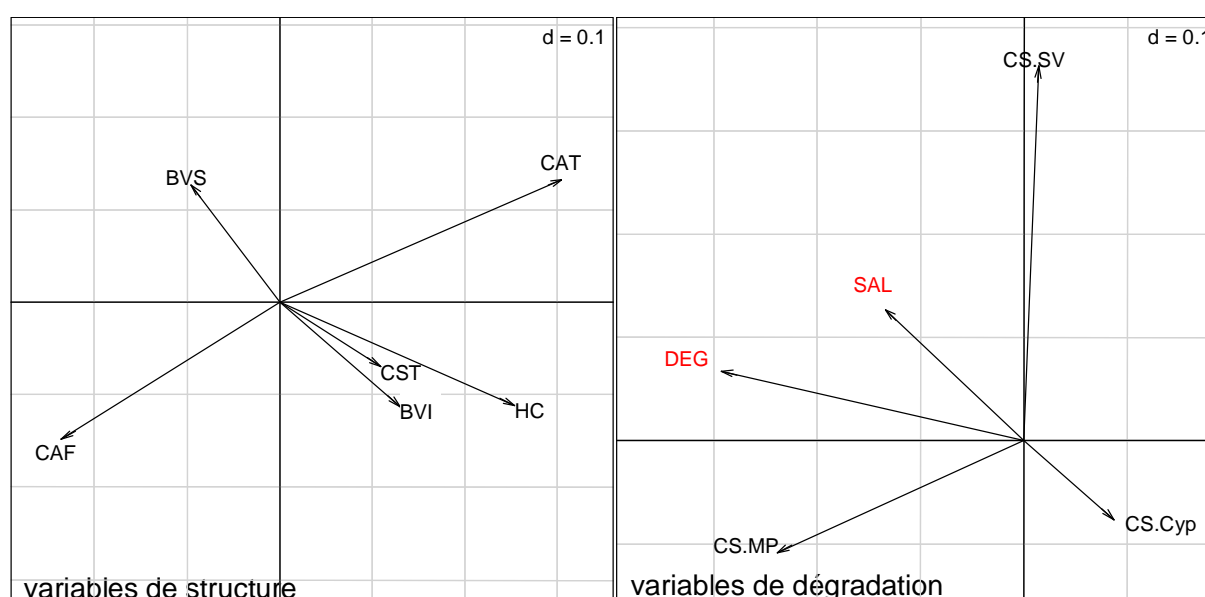


Figure n° 153 : Plan factoriel 1-3 de l'ACOM (S-D). Projection des variables : multi-fenêtrage par tableau.

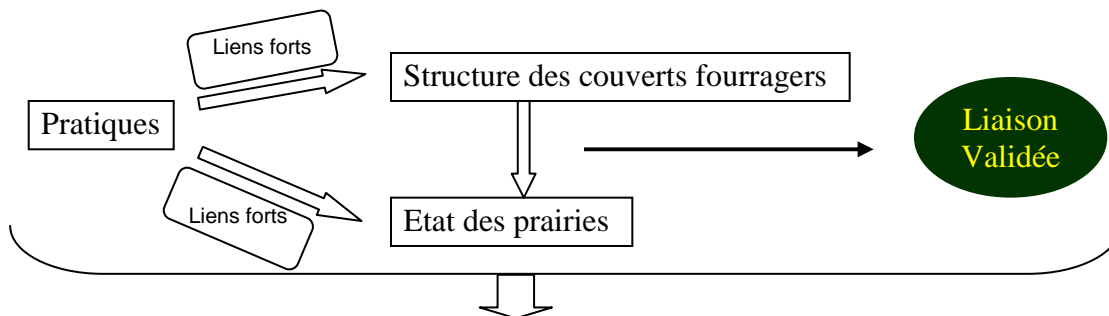
Les différentes analyses (H & S + ACOM), montrent que les prairies les plus saines présentent des structures du couvert fourrager dont les principales caractéristiques sont :

- ✓ Des contributions de contacts des stolons et tiges (CST) fortes à la base de la structure,
- ✓ Des biomasses volumiques inférieures (BVI), < à 10 cm, élevées,
- ✓ Des contributions de contacts aériens des tiges (CAT) importantes à la base de la structure, < à 10 cm.

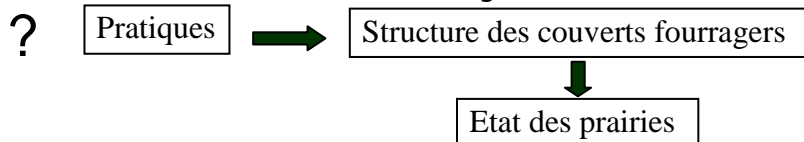
Inversement les prairies sales et dégradées présentent des structures dont leur base est peu dense en stolons et tiges avec en conséquence de très faibles biomasses volumiques inférieures (< à 10 cm). Trois variables ne se révèlent pas discriminantes, entre les stations, dans nos analyses : la hauteur du couvert²⁶⁶ (HC), la contribution de contacts avec des feuilles (CAF) à la base des structures (< à 10 cm), la biomasse volumique supérieure (> à 10 cm).

Nous notons que plus les structures du couvert fourrager sont épaisses et denses à leur base, moins les prairies sont sales et dégradées, moins les adventices majeures sont présentes. Ce constat s'est révélé dans l'ensemble de nos analyses.

²⁶⁶ La neutralité de cette variable peut s'expliquer déjà par la difficulté de comparer de hauteurs de couvert dans des prairies composées d'espèces dressées et d'espèces stolonantes.



Analyses affinées pour vérifier si une relation semble s'établir entre les pratiques des éleveurs, la structure des couverts fourragers et l'état de salissement et de dégradation des prairies



433. Mise en évidence de l'ensemble des relations : Pratiques – Structure – Etat des prairies

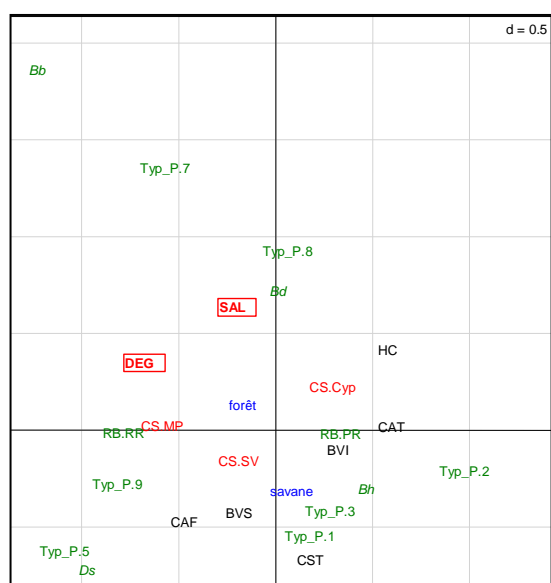


Figure n° 154 : Plan factoriel 1-2

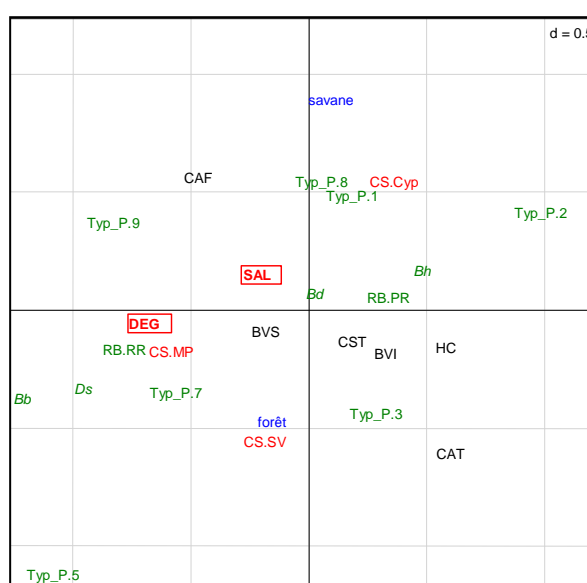


Figure n° 155 : Plan factoriel 1-3

De l'AHS Structure – Dégradation – Pratiques – Milieu. Projection des variables

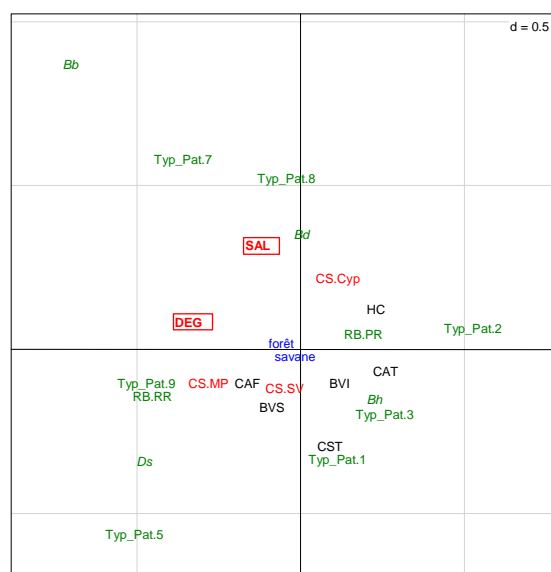


Figure n° 156: Plan factoriel 1-2

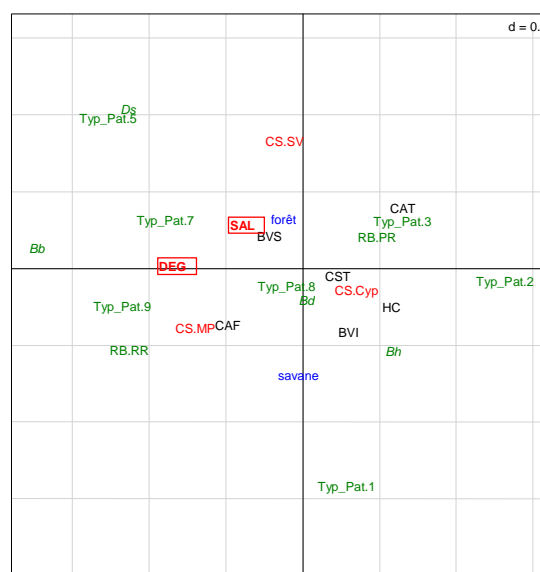


Figure n° 157 : Plan factoriel 1-3

Analyse de Co-Inertie Multiple (ACOM) : Structure – Dégradation – Pratiques – Milieu. Projection des variables (les variables de structure en noir, de dégradation en rouge, de pratiques en vert et de milieu en bleu).

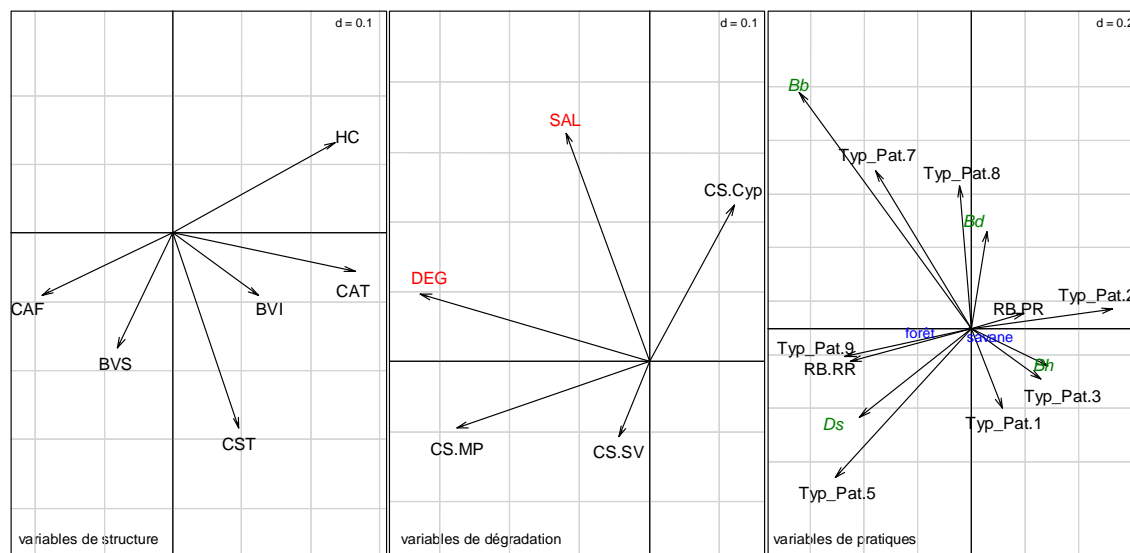


Figure n° 158 : Plan factoriel 1-2 de l'ACOM (S-D-P -M). Projection des variables : multi-fenêtrage par tableau.

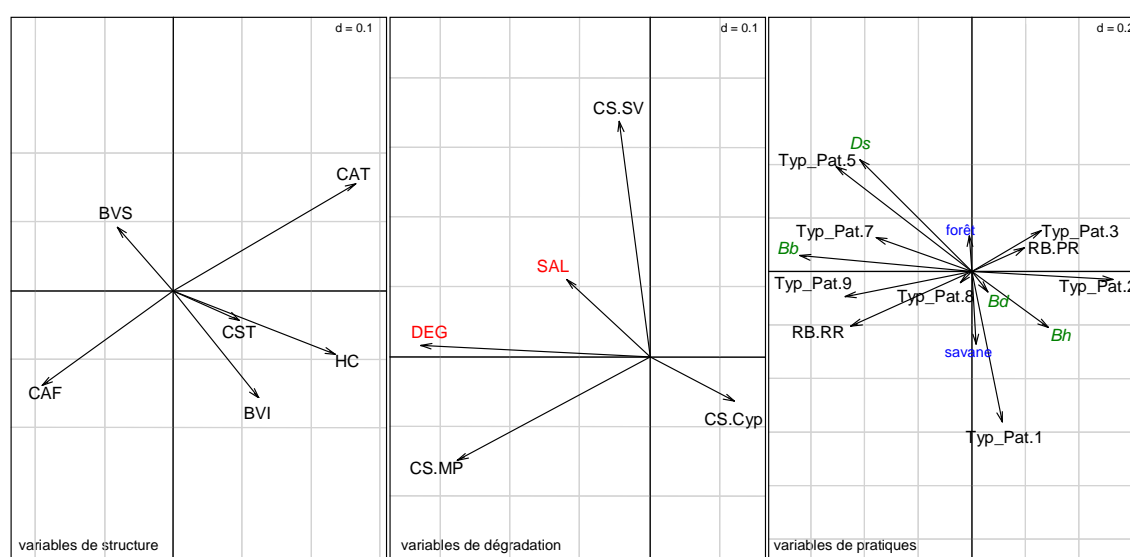
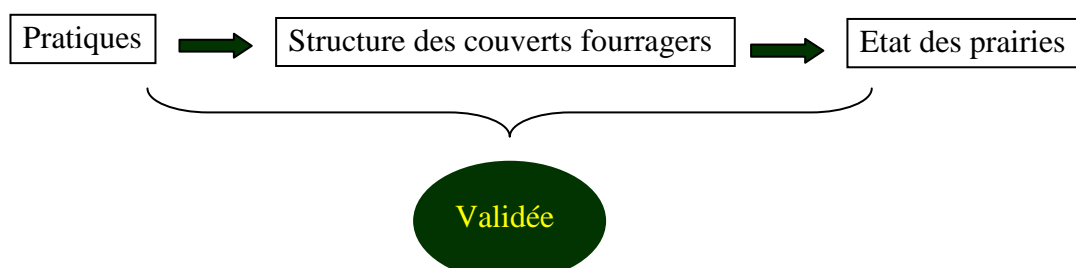


Figure 159 : Plan factoriel 1-3 de l'ACOM (S-D-P-M). Projection des variables : multi-fenêtrage par tableau.

Des liaisons nettes apparaissent entre les trois types de variables dans nos différentes analyses multifactorielles. Cette dernière analyse montre que les pratiques peuvent induire des effets sur les structures des couverts fourragers. Et ces structures semblent avoir une incidence sur l'état des prairies.

En conséquence nous notons que certaines pratiques peuvent avoir des effets sur la dégradation et le salissement des prairies à travers le modèle des structures qui résultent de ces pratiques. Pour exemple, un éleveur qui privilégie certaines espèces fourragères comme *Brachiaria humidicola* et des modes de pâture régulière obtient souvent des prairies dont les structures sont à leur base denses et épaisses. Caractéristiques du couvert fourrager qui se révèle très lié à des prairies saines.



434. Confirmation du poids des pratiques sur l'état des prairies

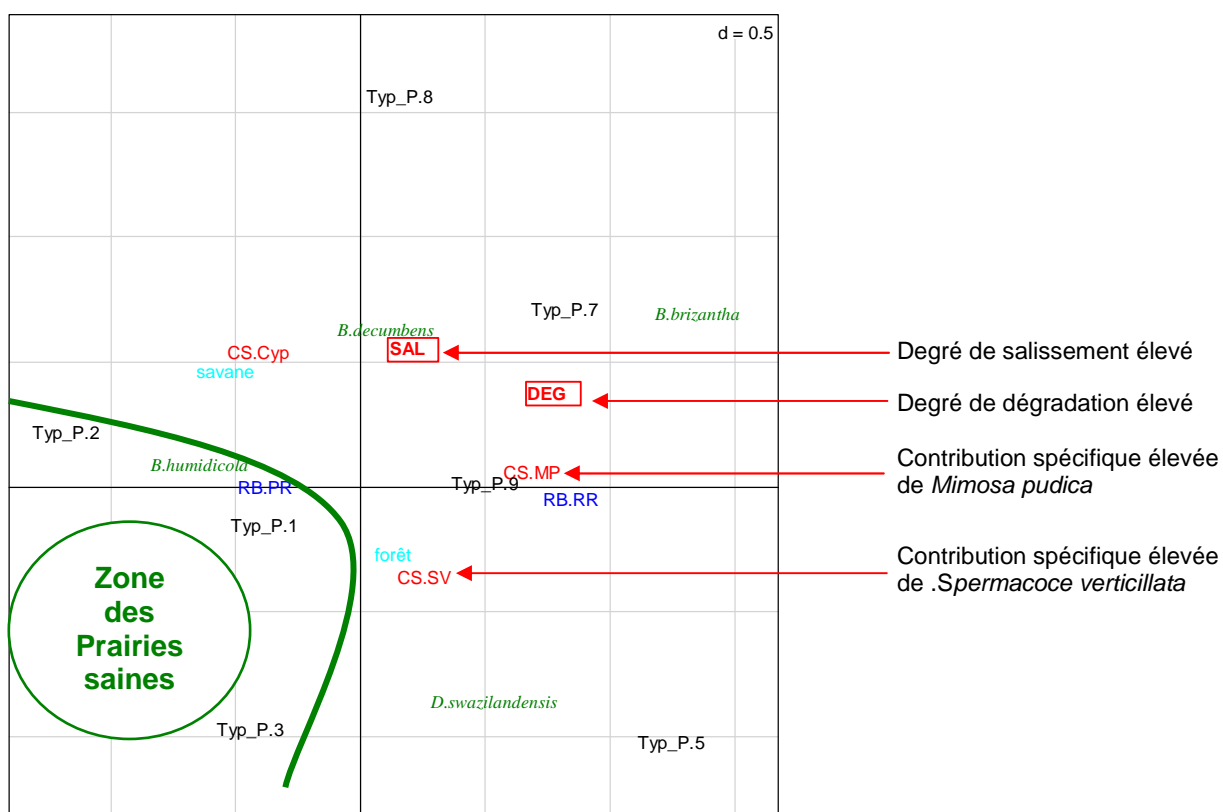


Figure n°160 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS Pratiques – Dégradation – Milieu. Projection des variables.

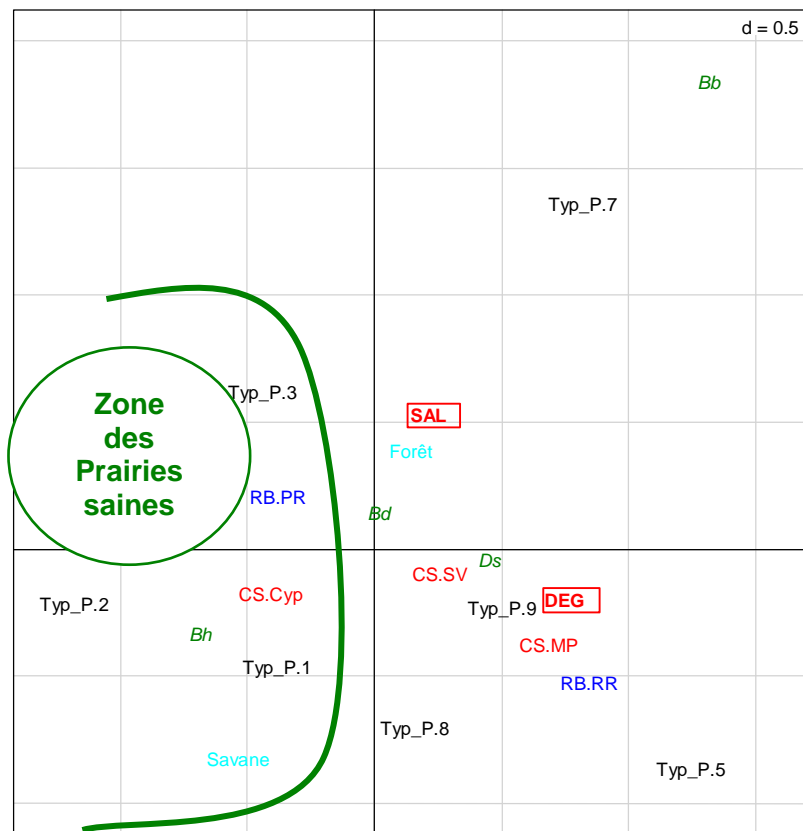


Figure n°161 : Plan factoriel 1-3 de l'AHS Pratiques – Dégradation – Milieu. Projection des variables.

La base de données, exploitée pour analyser des critères portant sur la structure des couverts prairiaux, nous a aussi permis de confirmer des résultats antécédents sur :

- ⇒ les relations fortes entre les variables des pratiques et les critères d'état des prairies²⁶⁷,
- ⇒ la discrimination des modes de pâture par les profils de charges instantanées,
- ⇒ les liaisons entre des charges et des rotations régulières des pâtures avec l'état sain des prairies,
- ⇒ les liaisons entre des charges et des rotations irrégulières des pâtures avec l'état dégradé et sale des prairies,
- ⇒ l'indépendance des variables relevant du milieu biophysique. Cela s'illustre nettement dans l'opposition des terrains d'origine des prairies : forêt / savane.

L'ensemble des approches biométriques révèle que les variables des pratiques sont liées à la fois à celles concernant :

la structure du couvert herbacée fourrager des prairies,
et à celles caractérisant,
l'état de dégradation et de salissement des prairies.

Les figures à la page précédente, montrent de nouveau que :

- ⇒ les prairies saines sont liées aux :
 - ✓ Conduites de pâtures peu perturbantes (pas de variations brusques de niveau de charge, rotations régulières),
 - ✓ L'absence de rabattage de la végétation prairiale (par rotobroyage, gyrobroyage, fauche),
 - ✓ Prairies composées principalement de *Brachiaria humidicola*,
 - ✓ Plus souvent aux terrains d'origine de savanes.
- ⇒ Les prairies altérées sont liées aux :
 - ✓ Irrégularité des conduites dans les modes de pâtures (variation de charge instantanée²⁶⁸, temps de repousse excessif, durée de rotation irrégulière Cf. Figures des profils de pâturages dans la section de résultats précédente),
 - ✓ Présence d'espèces fourragères à faible couverture au sol notamment : *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*,
 - ✓ Une plus forte fréquence de prairies vulnérables se situe en terrain d'origine déforesté, souvent implanté en espèces plus vulnérables.

Dans les prairies saines, les Cypéracées sont les seules adventices qui présentent une occurrence marquée. A l'inverse les prairies sales et dégradées présentent de fortes abondances et occurrences occasionnées principalement par : *Mimosa pudica* et *Spermacoce verticillata*.

²⁶⁷ degrés de dégradation, de salissement, contributions spécifiques des principales adventices envahissantes.

²⁶⁸ Pour exemple, dans le Prototype IV du "profil d'exploitation des parcelles" (Fig. n° 100), les charges instantanées vont de 500 à 6500 Kg.ha⁻¹ et les temps de repousses vont de 5 à 50 j. A prendre compte aussi les effets induits des différences de broutage lors de successions d'herbivores différents (lot de bovins puis de chevaux par exemple).

44. Discussion

Cette étude apporte des précisions concernant l'incidence de certaines pratiques sur l'état des prairies. Nos analyses biométrique tendent à montrer qu'il existe d'étroites relations entre les grands types de pratiques²⁶⁹ et la structure du couvert fourrager herbacé des prairies. Elles présentent aussi des relations marquées entre certaines structures fourragères et l'état des prairies.

441. L'intérêt du suivi de la pâture par le profil d'exploitation

Le profil d'exploitation, qui indique les modifications des charges instantanées ainsi que la répartition et la variation des temps de repousses, nous a permis de nous affranchir des analyses très générales en terme de "sur" ou "sous pâturage".

Ces profils ont été obtenus en procédant à des suivis rapprochés et réguliers auprès des éleveurs et dans les élevages. Des collègues écologues et agropastoralistes de cette écorégion (Rippstein, 2001 ; Topall et Mitja, Com. Pers., 2001) considèrent cette méthode, malgré les moyens à engager, comme une des plus pertinentes pour apprécier l'effet régulateur ou dérégulateur de la pâture sur les prairies. Méthode surtout plus précise que celle ayant recours à la charge globale. D'ailleurs, les éleveurs les plus expérimentés en matière de gestion d'herbage en Guyane, prennent surtout en compte les fluctuations de charges et de rotation (dans un temps rond), pour l'appréciation de la dynamique des herbages (Bergère, 1993).

Nos suivis fins et permanents nous ont permis de mieux apprécier l'effet des modes de pâtures et de broutages sur l'état des végétations herbacées (Renne et Tracy, 2006 ; Ash *et al.*, 2004 ; Brum *et al.*, 2007). Effet qui peut contraindre l'évolution des structures d'herbacées à des seuils appétibles (Lodge *et al.*, 2005) et jouer sur le cortège floristique (Ash & Corfield, 1998 ; Watkinson & Ormerod, 2001).

442. Les mesures de la structure du couvert prairial et son usage

Nos mesures quantitatives sur les couverts herbacés²⁷⁰ ont permis de croiser des variables portant sur : les structures prairiales, les pratiques de gestion des pâtures et sur l'état des prairies. Dans les analyses factorielles qui en ont été issues, les variables des structures ont présenté une dispersion pertinente. Leur examen a montré des relations marquées entre les facteurs des pratiques avec les variables des structures ainsi qu'entre les variables des structures et les critères d'état des prairies.

La mise au point et la validation de notre méthodologie de caractérisation des structures prairial pourrait aboutir à des méthodes simplifiées (outils) pour qualifier les couverts herbager afin de faciliter leur conduite. Pour des prairies composées uniquement de graminées dressées, des méthodes simples et rapides ont été mises à partir de la hauteur de l'herbe (Duru, 2000 ; Stewart, 2001) ou de la hauteur de plateaux²⁷¹ posés sur le couvert herbacé (Bransby *et al.*, 1977 ; Rayburn, 1997 ; Virkajärvi, 1999 ; Defrance *et al.*, 2004). Leur usage

²⁶⁹ Le choix des espèces fourragères installées et les modes de pâtures.

²⁷⁰ Contributions de contacts avec des organes (feuilles, tiges, stolons), par point-quadrat en linéaire à plusieurs hauteurs qui fournissent des valeurs de densité en horizontale des structures ; L'épaisseur, aspect vertical de la structure, s'est traduite par des valeurs de biomasse volumique (mesures d'hauteur du couvert, de la largeur de coupe et biomasse récoltées à plusieurs hauteurs de coupe).

²⁷¹ "sward-stick", herbomètre® de la méthode Herb'ITCF (Hardy *et al.*, 2001).

en regard avec des abaques (issus de bases de données constituées durant plus de dix ans) permet d'évaluer les densités et biomasses. Compte tenu de l'architecture souvent stolonifère des plantes fourragères en Guyane, une méthode par notation serait plus adaptée. Elle devrait prendre en compte plusieurs critères et pour chacun d'eux plusieurs modalités. Par exemple, La "grille de notation visuelle rapide" de Gilibert et Mathieu (1997) avait pu être reprise et adaptée pour des travaux menés dans les Cerrados au Brésil (Figuié, 2001).

Nos acquis sur les structures prairiales à port de plantes mixtes (avec des graminées dressées, semi - stolonantes et stolonantes) pourraient constituer la base d'une grille d'appréciation et de diagnostic rapide des prairies. Elle se baserait sur les six principales rubriques retenues par Gilibert et Mathieu : Recouvrement, propreté, homogénéité, hauteur, densité, qualité de l'herbe. Pour nos besoins les bases de cette grille seraient enrichies avec des informations sur la dégradation (avec le recouvrement), le salissement (avec la propreté), l'épaisseur (avec la densité)... Suivant la robustesse de cet outil et des bases de données induites, une des perspectives serait l'élaboration d'outils simples d'aide à la décision pour l'écotourisme des systèmes herbagers humides et subhumides en régions chaudes. Ce type d'outil comme "support à la réflexion et à la décision" existe en milieu tempéré, c'est le cas par exemple de "Pâtur' IN", gestionnaire de pâturage assisté par ordinateur (Delaby *et al.*, 2001). En milieu tropical, il existe aussi des outils²⁷², mais pas suffisamment "mis en relation" pour disposer "d'outil – support" relationnel et d'aide à la décision au niveau des éleveurs (Hostiou, 2003 ; Botoni, 2003).

443. Relations entre les modes de pâture et la structure du couvert prairial

Les possibilités de maintenir une structure du couvert par le simple pilotage du broutage et pâturage ont été montrées dans plusieurs écotourismes, notamment en Australie (Lodge, 2005). La précision apportée par des relevés permanents sur les niveaux instantanés des charges animales se révèle aussi pertinente lors d'études de diagnostics et de gestion des ressources renouvelables (Hervé, 1998). L'analyse des variations et répartitions spatiales des charges instantanées est utilisée également en région méditerranéenne pour évaluer les dynamiques agroécologiques (Perevolotsky et Etienne, 1999).

Avant les facteurs propres au management de la pâture, nous avons pu souligner les différences caractérisant les structures phénologiques et de croissance des quatre principales graminées fourragères²⁷³ pris comme modèle dans notre étude. Ces caractéristiques montrent toutefois des capacités à faire évoluer leur propre "structure – architecture" suivant leur condition d'exploitation et de pâture, ainsi qu'à tenir compte des hétérogénéités (Parsons *et al.*, 1983 ; Tichit *et al.*, 2004).

La pâture et ses modalités pratiques peuvent (suivant les espèces fourragères) avoir des effets importants sur la structure du couvert fourrager des prairies et parcours. Et inversement, l'état du couvert peut induire différents types de broutage. A ce niveau se pose tout un questionnement portant sur les "interactions herbe – animal" (Alward & Joern, 1993 ; Bailey *et al.*, 1998 ; Duru *et al.*, 2001, Farnsworth *et al.*, 2002 ; Griffiths & Gordon, 2003).

²⁷² Tropical Forages An interactive selection tool : <http://www.tropicalforages.info/>

Fao Grassland species : <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/Default.htm>

FAO-LEAD Boîte à outils Elevage – Environnement : <http://lead.virtualcentre.org/fr/dec/toolbox/homepage.htm>

AGIS - Veld management : http://www.agis.agric.za/agisweb/?Mlval=veld_management

²⁷³ *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola*, *Digitaria swazilandensis*.

La structure induite elle-même des modalités de croissance qui joue par la suite sur le comportement animal. Par son broutage le bétail engendre une évolution du modelé en retour sur la structure qui s'inscrit ainsi dans le temps. M. Duru et coll. (2001) ont montré que :

« La structure du couvert a un effet sur la croissance et la qualité de l'herbe offerte. Elle dépend de l'indice foliaire résiduel après pâturage (qui détermine vitesses de croissance et de sénescence) et de la longueur de gaine (qui conditionne la longueur des limbes et leur digestibilité). [...]. Les bonnes plasticités phénotypiques et variabilité génétique des graminées fourragères leur permettent de s'adapter à des pressions de pâturage changeantes. [...]. Un pâturage ras génère à court terme un indice foliaire faible et des gaines courtes, puis une densité de talles élevée. L'indice foliaire en pâturage continu ou l'indice foliaire résiduel en pâturage tournant est la variable de structure clef pour prédire et gérer les changements de structure du couvert ».

Les quatre principales plantes fourragères de nos études se présentent sous des formes différentes, à celles pour lesquelles elles sont biologiquement programmées, suivant le mangement prairial auxquelles elles sont soumises. *B. humidicola*, en prairie destinée uniquement à la fauche, tend à diminuer son développement par les stolons et son port se redresse. Autre extrême, *B. brizantha* dans des prairies soumises à des pâtures continues, sous chargements instantanés élevés, tend à s'étaler à sa base par écrasement des talles. Caractéristique qui est connue des cespiteuses en savane (César, 1992 ; Koechlin *et al.*, 1981). Les quatre espèces montrent des aptitudes à modifier leur port suivant les modes de conduite des pâturages. *B. humidicola* est celle qui présente le plus grand spectre de structures (Mattos *et al.*, 2005 ; Cook *et al.*, 2005). En conséquence, le choix des espèces fourragères pour l'obtention d'un type de structure du couvert prairial doit tenir compte de leurs traits d'architecture spontanés et de l'amplitude de réaction de leur port sous pâture. (Stobbs, 1973 ; Flores-Lesama *et al.*, 20006 ; Braga *et al.*, 2006 ; Lemaire, 1999).

Les résultats obtenus par nos travaux ont pu montrer combien les "dents du bétail" peuvent (doivent) être considérées comme un outil puissant pour gérer, mener, contrôler le couvert herbagé des prairies guyanaises. Certes la fonction première de la prairie est de nourrir le bétail. Cependant, l'étude de la relation entre le mode de pâture et l'état de la structure du couvert prairial, tend à montrer aussi le rôle majeur sur le devenir (l'entretien, le contrôle) du modelé du couvert herbacé. Le broutage du bétail conditionne l'état à venir des couverts prairiaux (G. Lemaire, Com. pers., 2003, Blanfort *et al.*, 2003). Une saine gestion du broutage peut stimuler la croissance des végétaux, maintenir une superficie foliaire optimale (Manske, 1998 ; Manske, 2000 ; Vallentine 1990).

Dans les écorégions amazoniennes, comme dans d'autres régions le "pilotage du broutage – pâturage" peut stimuler la couverture foliaire (Popolizio *et al.*, 1994). Dans les prairies composées de graminées fourragères dressées, l'absence de broutage induit un allongement de leurs feuilles. Elles s'amincissent, se dressent plus et les grandes talles sont moins nombreuses, ce qui réduit leur capacité de photosynthèse (Briske et Richards, 1995). Un broutage raisonné qui élimine jusqu'à un certain seuil une partie des herbages au-dessus du sol permet aux autres feuilles d'être exposées à des intensités lumineuses plus fortes, ce qui augmente leur capacité de photosynthèse et stimule leur croissance. L'augmentation de l'intensité lumineuse favorise généralement la respiration des racines et l'assimilation des éléments nutritifs (Manske, 1998; Briske et Richards, 1995). Un broutage optimum arrive à stimuler la croissance végétale par l'élimination de la dominance apicale, ce qui force les végétaux à se ramifier et à développer des talles ou stolons secondaires, augmentant ainsi le rendement, la densité, l'épaisseur et la couverture des herbages. Néanmoins, après chaque

défoliation, les modes de conduite des pâturages doivent prévoir des périodes de repos suffisantes et de durées régulières pour permettre la reconstitution des éléments nutritifs qui alimentera le nouveau feuillage (Laforge, 2004).

Le poids des effets du broutage se retrouve dans les "liaisons / relations" de nos analyses, entre les pratiques de pâtures et les caractéristiques des structures du couvert des prairies. L'importance de ces relations entre les modes de pâture et les plantes fourragères peut être qualifié de phénomène de "rétroaction entre pâture et structure des couverts fourragers" (Bremen & Kessler, 1995). Les modalités de pâture et l'incidence du broutage sont fréquemment signalées dans des travaux portant sur la pérennisation des prairies, le maintien de leur potentiel fourrager (Armstrong *et al.*, 1995 ; Girard et Hubert B., 1997 ; Bellon *et al.* 1999 ; Duru et Andrieu, 2004 ;).

En Guyane, les prairies qui restent saines et productives au-delà de dix ans sont conduites par des charges élevées constantes ($> 900 \text{ Kg.ha}^{-1}$) avec des systèmes de rotation limitants les refus ce qui engendrent des structures basses et des couverts denses. L'effet du broutage, du pâturage, est aussi souvent étudié comme instrument de régulation de la biodiversité qui peut avoir une incidence sur la structure du couvert. (Nösberger *et al.*, 1998 ; Plantureux *et al.*, 2004 ; Pervanchon, 2004 ; Plantureux *et al.*, 2005 ; Rook et Tallowin, 2003 ; est, 2006 ; Beetz et Rinehart, 2006). La préhensibilité de la végétation fourragère dépend également de la relation "broutage – structure" et elle nécessite d'avoir recours à des éléments d'éthologie (Bailey *et al.*, 1996 ; Prache et Peyraud, 1997, Mayne *et al.* 2000, Guérin *et al.*, 2001 ; Guérin et Gautier, 2004 ; Dumont *et al.* 2005 ; Gibb, 2006).

Nombreux sont donc les travaux qui attestent de la possibilité de contrôler la structure du couvert herbacé fourrager des prairies par les pratiques de gestion des pâtures (Carrère *et al.*, 2001 ; Leconte 2002 ; Duru et Hubert, 2003 ; Hermansen *et al.*, 2005 ; Andrade *et al.*, 2006 ; Braga *et al.*, 2006). Cependant, les objectifs et les volontés de maîtriser les structures sont variés²⁷⁴. Une structure ne peut pas répondre à toutes les attentes. Les couverts qui présentent une forte digestibilité sont plutôt bas, tandis que les végétations favorables à la biodiversité notamment de l'avifaune sont plus hautes et de repousses plus âgées (Thiébaud *et al.*, 2001 ; Bretagnolle, 2004).

Concernant notre étude, nous recherchions des couverts pouvant prévenir et réguler les dynamiques de dégradation et de salissement des prairies par les adventices. L'interprétation de nos analyses montre que le pâturage aurait donc sur la végétation invasive des effets indirects en ayant une incidence sur les formes des structures des couverts herbagers et des effets directs par le piétinement et le broutage (Rachel *et al.*, 2003 ; Sellers, 2006).

444. Relation entre la structure du couvert prairial et l'état de la végétation herbacée

Les couverts prairiaux qui présentent, dans notre étude, des structures épaisses²⁷⁵ et denses²⁷⁶ à leur base ne s'avèrent pas infestés par des adventices. Des travaux ont montré que dans des couverts bas et denses la compétition interspécifique pour la lumière est moindre (Van Der Wal, 2000). Toutefois, lorsque les plantules d'adventices sont en situation de recevoir plus de luminosité, dans des couverts hétérogènes qui présentent de nombreuses trouées, elles se développent plus rapidement (Moor & Smith, 2003).

²⁷⁴ Choix de structures du couvert pour remplir plusieurs fonctions : lutte adventice, appétibilité, reproductibilité potentielle fourragère, biodiversité, préhensibilité de la végétation fourragère...

²⁷⁵ évaluées par les relevés de biomasse volumique.

²⁷⁶ évaluées par les relevés de contacts d'organes, par oint quadrat linéaire.

La majorité des couverts sains, aux structures épaisses et denses, se trouve dans des prairies à *Brachiaria humidicola*. Cette espèce est souvent notée comme étant celle qui peut engendrer un couvert protecteur contre l'émergence d'adventices envahissantes, dans de nombreuses situations (Adjei, 1998 ; Primavesi, 2002).

La capacité de recouvrement et d'occupation du volume de nombreuses graminées fourragères tropicales (en C₄) s'apparente fréquemment à des plantes envahissantes particulièrement en Amazonie brésilienne (Nunes, 2001 ; Topall, 2001). Cette remarque est encore plus marquée pour les graminées nettement stolonantes comme *B. humidicola*, *Cynodon dactylon*, *Pennisetum clandestinum*, mais aussi pour certaines espèces tallantes comme *Hemarthria altissima*, *Paspalum urvillei* qui sont par exemple désignées comme étant des adventices majeures en Floride (Newman, 2003). En Australie, la moitié des espèces classées invasives sont des plantes fourragères exotiques car elles ont montré de grandes capacités d'adaptation et de dominations des végétations locales. (Humphries *et al.*, 1991 ; McIvor, 2005).

La densité et l'épaisseur des couverts herbacés fourragers ne peuvent toutefois pas arriver à limiter la recrudescence et le développement de toutes les plantes indésirables, à commencer par les ligneux invasifs comme *Cryptostegia grandiflora*, *Acacia nilotica*, *Prosopis glandulosa* (Brown *et al.*, 1998 ; Brown & Archer, 1999). La densité et l'épaisseur des couverts herbacés a en revanche une importance primordiale comme combustible pour obtenir des feux suffisamment puissants pour éliminer les recrues ligneux. Il s'agit alors de situation classique des zones de savanes à graminées pérennes qualifiées de pyroclimax (Koechlin, 1981 ; Lamotte, 1981 ; Bruson, 1990 ; César, 1992). En revanche, des travaux menés en Nouvelle Zélande ont montré, comme dans notre étude, que les dynamiques invasives des subligneux peuvent être contrôlés, en l'occurrence certains chardons (*Carduus nutans* L. and *Cirsium vulgare*), dans des couverts herbacés denses (Wardle *et al.*, 1992 ; Wardle *et al.*, 1995). Le contrôle de *Mimosa pudica* par le couvert prairial est également mentionné au Brésil (Souza - Fiho, 2001).

Les techniques agroécologiques de Semis sous Couvert Végétal (SCV) se basent d'ailleurs aussi sur l'aptitude des structures des végétations herbacées couvrantes et denses pour limiter les adventices des cultures. Des graminées et des légumineuses peuvent être utilisées (Altieri, 2002 ; Baranger et Pradeleix, 2002 ; Scopel *et al.*, 2005 ; Corbier-Barthaux *et al.*, 2006). Il a même été noté que certaines graminées fourragères se comportent en adventices vis à vis des cultures où elles sont implantées initialement comme plantes de couvertures. Cette situation a été remarquée par exemple avec du *Brachiaria ruziziensis* dans du riz pluvial au Nord Vietnam (Stevoux, 2005).

L'effet couvert de certaines espèces fourragères à larges feuilles et à levées rapides, notamment des légumineuses comme *Calopogonium mucunoides*, *Pueraria phaseoloides*, est utilisé dans des interventions intégrées de lutte contre des subligneux envahissants. Pour exemple, les parcours d'Afrique centrale sont fréquemment infestés par *Chromolaena odorata* (Asteracée subligneuse, embuisonnante). Pour assainir les zones agropastorales de cette région, il faut éliminer les foyers buissonnants infestant de *C. odorata*, puis sursemer les zones traitées avec une plante de couverture comme *C. mucunoides*, dont la fonction est d'éviter toutes nouvelles levées, recrues, de plantules de *C. odorata*, à partir de semences (akènes) stockées dans le sol ou apportées par l'air (Huguenin et Beldge-Bedogo, 1993 ; Gautier, 1992).

Le recours aux légumineuses, dans des prairies à base de graminées, s'avère également pertinent, dans de nombreuses situations, pour obtenir une couverture, une "fermeture", de la structure fourragères de la végétation (Wardle, 1992 ; Seguin, 1998, Masson et Gintzburger, 2000 ; O'Donnell, Adkins, 2005). Concernant les prairies guyanaises, nous avons constaté qu'une majorité de celles pouvant être qualifiées de saines, présentaient une composition mixte avec des contributions spécifiques en légumineuses supérieures à 20%. L'association végétale : graminées – légumineuses, la plus souvent relevée, se compose de *Brachiaria humidicola* et de *Desmodium ovalifolium* cv Ciat 350 (Béreau, 1995 ; Béreau M., De Baynast L., 1995 ; Huguenin, 2002). Elle est l'association qui est apparue, au cours de notre étude, la plus pérenne (> à 12 ans, compte tenu du recul dont nous disposions).



Figure n°162 : *Desmodium ovalifolium* en association avec *Brachiaria humidicola*

Source: FAO - Farmer's field, Caquetá, Colombia. Photo by Rainer Schultze-Kraft²⁷⁷.

D. ovalifolium par sa teneur en tanin est modérément appétée, ce qui protège cette espèce des charges élevées et donc des pâtures trop sévères pouvant nuire à son maintien (Cirad-Emvt²⁷⁸, 1999). En revanche cette espèce présente une croissance lente au stade juvénile comme *B. humidicola*. Lorsque ces deux espèces sont semées ensemble la couverture végétale au sol reste très faible la première année. Pour pallier aux risques que cela peut engendrer (érosion du sol, recrutement d'adventices), des éleveurs ont pour pratique de semer en plus des espèces à croissance rapide et qui peuvent aussi laisser se développer les espèces à développement lent. Avec les semences de *B. humidicola* et de *D. ovalifolium* certains éleveurs ajoutent simplement du riz pluvial (*Oryza sativa*) et parfois un complément plus élaboré composé de : *Brachiaria ruziziensis* et *Calopogonium mucunoides*. Cette "association / mélange" de deux graminées et de deux légumineuses dont une association d'espèces à croissance rapide (*B. ruziziensis* et *C. mucunoides*) et une association à croissance lente, apte à se maintenir (*B. humidicola* et *D. ovalifolium*) assure dans le temps une imposante couverture au sol. De fait, les parcelles implantées avec ces quatre espèces, ayant été suivies et analysées, présentent généralement une végétation saine (Huguenin, 1997).

²⁷⁷ <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gallery/pictures/desova.htm>

²⁷⁸ Issue d'analyses bromatologiques réalisées aux laboratoires du Cirad au campus de Baillarguet.

Notre étude met en perspective le poids de certaines pratiques de conduite de la pâture sur la préservation du couvert fourrager ou ses risques encourus. Nous avons observé quelles peuvent avoir de fortes incidences sur les structures du couvert prairial (facteurs conjugués avec les types d'espèces fourragères en place). Structures qui se révèlent liées avec l'état des prairies²⁷⁹, suivant leurs épaisseurs et leurs densités. Caractéristiques qui peuvent évoluer suivant les niveaux et fluctuations de charges ainsi que les calendriers de rotations. Les charges élevées (800 à 1200 kg poids vif.ha⁻¹.an⁻¹ suivant les terrains, sur sol podzolique une charge est forte à 800 kg .ha⁻¹.an⁻¹) contribuent à la formation de couverts denses et épais. Les niveaux de chargements constants limitent les couverts hétérogènes (Adler *et al.*, 2001). Quant au rythme de rotation, nous avons relevé que les temps de repousses supérieures à 80 jours (en période de pluviométrie régulière) apparaissent liées à des niveaux de dégradation marqués.

L'importance que nous relevons sur l'incidence des modes de conduite des pâtures est aussi mentionnée dans d'autres travaux réalisés dans des milieux différents. Pour exemple, le mode d'utilisation des prairies, en Pyrénées françaises, semble jouer un rôle sur l'évolution de la végétation et plus particulièrement lorsque la fertilité du terrain est faible (Ansquier, 2006). Dans la même région, certaines modalités de pâture peuvent favoriser l'expansion de la flore adventice (Magda et Gonet, 2001 ; Magda *et al.*, 2005).

Dans d'autres parcours du sud de la France, le même constat a été porté sur l'importance du chargement animale pour maintenir une végétation herbacée en limitant l'expansion de ligneux comme *Buxus sempervirens* et *Quercus humilis* qui envahissent les pelouses des Grands Causses (Rousset O., 1999), ainsi que les genêts *Cytisus* spp. dans les pâture à landes (Magda *et al.*, 2001). Le poids du pilotage des charges et rotations se révèle aussi être, en Amérique du nord, en Australie, en Nouvelle Zélande, un atout dans des prairies pour contrôler l'évolution des adventices (Wardle *et al.*, 1995 ; Curran & Lingenfelter, 2001 ; Renne & Tracy, 2007).

Les résultats acquis à ce niveau, en tenant compte de ceux autres travaux portant sur des sujets proches permettent de repérer des couverts à risques ainsi que des ajustements de pratiques pouvant limiter les dérives de la végétation prairiale. Ajustements, alternatives qui peuvent s'instrumenter à l'échelle de la parcelle sur les modes de pâtures. Sur un plan plus cultural nous avons décrit précédemment l'intérêt, lors de la création de prairies, des semis avec plusieurs espèces fourragères. A noter aussi des pratiques de sursemis ou bouturage dans des prairies installées qui peuvent renforcer le couvert herbacé fourrager (Rippstein *et al.*, 2001).

Les informations obtenues par ce travail spécifique sur la structure du couvert prairial s'avèrent plus descriptives que fonctionnelles. Pour affiner et préciser les mesures nécessaires à la régulation des processus d'envahissement, nous avons eu recours à des observations relevant de l'écologie fonctionnelle (Loiseau *et al.*, 1998) pour recueillir des informations sur les dynamiques de population, les concurrences en jeu et les fonctions de certains éléments du système, particulièrement sur les invasives (Magda *et al.*, 2004).

En conséquence, nous avons approfondi nos travaux (partie suivante) en prenant comme entrée de recherche les spécificités et comportements d'une adventice modèle. Son comportement a été étudié afin de saisir sa dynamique suivant différentes structures fourragères et dans différentes situations de contraintes (variantes de luminosité et de coupe sur des plantules).

²⁷⁹ dégradation et de salissement

45. Conclusions

Nous avons validé notre hypothèse sur le fait que certaines pratiques avaient des relations nettes avec l'état des prairies (dégradation, de salissement et de compositions spécifiques fourragères) et que ces relations pouvaient passer par la structure du couvert fourrager des prairies. Notre question de recherche, sur les conditions de l'effet de certaines pratiques, a été renseignée par la mise en perspective du "modelage" et de la structure du couvert prairial. Son évolution dépend essentiellement des conjugaisons et interactions entre les modes de pâture du bétail et les espèces fourragères en présence.

Cette partie nous permet donc de mettre en exergue la place de la structure des couverts fourragers, notamment par la double liaison : "Pratiques – Structure" et "Structure – Etat des prairies" (dégradation & salissement). Ces acquis sur ces liaisons à propos des structures des couverts prairiaux montrent son importance pour réguler/contrôler les contributions spécifiques des adventices. Nous avons pu ainsi identifier des relations entre certaines pratiques et l'état des prairies. Des chargements élevés et réguliers (constants) favorisent des couverts bas, denses et épais, plus facilement obtenus dans des prairies de *Brachiaria humidicola*. Type de couvert qui semble limiter le recrutement d'invasives et notamment de *Mimosa pudica*. Afin de mieux saisir les mécanismes en jeu, nous avons mené des études complémentaires (partie suivante), portant sur les mécanismes démographiques des adventices et plus particulièrement celles qui présentent les taux les plus élevés d'occurrence et d'abondance.

Nos remarques sur l'incidence des modes et des conditions de pâture sur l'évolution du couvert herbacé des prairies, ont été relevées par de nombreuses recherches menées dans d'autres régions du monde en Amérique (nord et sud), Australie, Europe... Nous pouvons, à ce stade, considérer certains facteurs et faits comme génériques :

- i) l'importance du port, de l'architecture des plantes fourragères en place, pour l'état des prairies et la structure du couvert herbacé ;
- ii) la possibilité d'utiliser l'effet du broutage pour jouer sur l'évolution du couvert des prairies ;
- iii) le contrôle des adventices par la gestion des prairies via principalement les modes de pâture et leurs effets induits sur la structure du couvert fourrager.

A cette étape de notre travail nous avons pu commencer à élaborer avec les éleveurs (et notamment avec ceux qui font l'objet d'un suivi) des "proto – règles" d'ajustements de modes de conduite. Cette approche collective a été conduite à partir de résultats que nous avons utilisés comme des "supports de médiation" et de discussions en plateforme multi professionnelle (au sens de Rölling, 1991) composée d'éleveurs, techniciens de groupements, agents du Centre de gestion et d'économie rurale et des collectivités locales.

De cette réflexion collective il est ressorti trois points majeurs pouvant être pris en compte et mis en œuvre, en pratique par les éleveurs, pour contrôler les adventices des prairies : i) limiter les variations brusques de charges ; ii) limiter les variations brusques de temps de pâtures et de repos²⁸⁰ ; iii) avoir recours aux couverts mélangés de graminées fourragères ou d'association (légumineuses – graminées) comportant de préférence du *Brachiaria humidicola* qui apparaît la plus apte à favoriser des bases de structures denses et épaisses.

²⁸⁰ Les 2^{es} points recherchent des effets rétroactifs par la pâture pour densifier et épaissir le couvert herbacé.

L'application de ces trois points cherche à ajuster les conduites des prairies afin d'obtenir des structures qui présentent ces caractéristiques : i) une biomasse volumique élevée à la base de la structure, ii) une biomasse volumique globale élevée (les biomasses en partie supérieure sont moins significatives), iv) une forte contribution de contact avec des stolons ou des tiges au sol, v) une forte contribution de contact avec des tiges dans les 1^{er} cm de la structure (2 – 10 cm). Dans nos analyses biométriques, les structures qui présentent ces cinq caractéristiques sont très liées (et correspondent) aux prairies les plus saines.

Les éleveurs et les autres professionnels partageaient nos conclusions sur l'aptitude des structures prairiales denses et épaisses à limiter/contrôler la démographie des adventices les plus envahissantes (*Mimosa pudica*, *Spermacoce verticillata*). Toutefois, ils nous ont fait remarquer que l'obtention de telles structures nécessite souvent une réorganisation du fonctionnement de l'élevage à commencer par la gestion du bétail (Cf. 4^{ème} section des résultats) afin de réguler la conduite du pâturage et pouvoir réaliser des programmes de réimplantation d'espèces fourragères aptes à épaissir et à densifier la base des structures, avec notamment du *Brachiaria humidicola*, par (sur)semis ou (sur)bouturage.

5. Sensibilité à l'ombrage et à la défoliation d'une adventice majeure, *Mimosa pudica*, prise comme modèle au stade plantule

51. Introduction

La pérennité de la ressource fourragère des prairies herbacées installées²⁸¹ (ou permanentes d'origines spontanées) est liée à la maîtrise des phénomènes d'évolution de leurs structures floristiques²⁸² et au contrôle de la dynamique des populations des espèces à la fois indésirables (à appétence et valeur alimentaire faibles ou nulles) et surtout dominante. Ces évolutions de flore sont d'autant plus importantes en situation d'élevage à tendance « extensive » où la végétation s'avère peu sous contrainte. Pour maintenir la diversité spécifique de leurs communautés végétales il faut pouvoir contrôler les phénomènes de dominance qui sont fréquents quels que soient les types d'écosystèmes (Rousset, 1999 ; Pradalie et Blot, 2003 ; Magda *et al.*, 2004 ; Guretzky *et al.*, 2005). Dans le cas des communautés prairiales cette diversité est étroitement liée au maintien durable d'un certain potentiel de ressource offerte, associée à chaque type de flore. Le contrôle de ces dynamiques démographiques de populations, par les pratiques, participe donc à la fois à la durabilité sur le moyen et long terme des communautés végétales et à une meilleure valorisation de la ressource potentielle à l'échelle de l'année. C'est une condition pour éviter l'envahissement des prairies par des espèces peu ou pas consommées (Magda *et al.*, 2006).

Les surfaces des prairies installées dans les élevages guyanais n'échappent pas à ce phénomène de dégradation. Nos études floristiques ont permis d'identifier deux espèces très indésirables qui sont déterminantes dans ce phénomène de dégradation des prairies des systèmes d'élevage guyanais : *Mimosa pudica* et *Spermacoce verticillata*. Ces deux espèces présentent les plus forts niveaux en abondance et occurrence (Figures n° 163 & 164). Elles sont toutes les deux les plus ligneuses et envahissantes (Huguenin, 2001). La gestion de la ressource de ces prairies nécessite un contrôle, par les pratiques de pâturage, de la densité des populations de ces deux espèces très bien adaptées à la dominance. Les rabattages mécaniques de la végétation et les désherbages peuvent intervenir en traitements curatifs des processus d'embroussaillage. Toutefois, en Guyane, la pratique de la fauche pour constituer des stocks de fourrages conservés est très limitée. Nous avons déjà signalé que *M. pudica* et *S. verticillata* sont des invasives délicates à contrôler par des moyens de lutte agronomique classique en raison de leurs graines en dormance dans le sol des prairies. Il existe aussi dans l'environnement des élevages une importante présence de ces deux plantes qui fournissent des semences toute l'année qui se diffusent par plusieurs voies et notamment par le pelage du bétail. De plus, les tiges coupées par le rabattage mécanique²⁸³ peuvent bouturer. En conséquence, même s'il est possible de rabattre ces espèces, et même d'éliminer les pieds adultes, cela ne suffit pas pour pérenniser la protection et la prévention des prairies de nouvelles recrues de jeunes plantules d'invasives.

La vitesse de croissance et de développement de structures lignifiées inappétentes rend quasi-impossible le fait de pouvoir valoriser ces espèces comme ressource préservant ainsi la population d'adultes en place de tout impact au pâturage. La non valorisation de la biomasse de ces espèces, et donc son inaccessibilité aux stades adultes à l'impact du pâturage, oblige à

²⁸¹ Prairie installée par semis ou par plantation de bouture.

²⁸² Cf. la section précédente de résultats « 5. »

²⁸³ Rotobroyage, gyrobroyage, fauche.

raisonner le pâturage pour la maîtrise des différents processus participant au recrutement de nouveaux individus au sein de la population. Le pâturage ainsi raisonné doit être présenté comme un facteur pour contenir ou ralentir le phénomène invasif.

Le cortège floristique de plantes considérées comme adventice dans les prairies guyanaises compte une cinquantaine d'espèces (Béreau, Planquette, 1991 ; Huguenin *et al.*, 2001). Trois espèces se démarquent nettement par leur abondance et occurrence. L'une d'elle n'est pas en soit une mauvaise herbe pour les prairies car il s'agit d'une légumineuse spontanée consommée par le bétail : *Desmodium canum*.

M. pudica et *S. verticillata* se sont révélées dans nos analyses factorielles (Cf. section précédente de résultats pp. 231-262) comme les espèces les plus marquantes de la dégradation et du salissement des prairies. Elles présentent aussi de très fortes abondance et occurrence. *Mimosa pudica* est même l'invasive à la plus forte occurrence et à la plus forte abondance (Figure n°166 & 167).

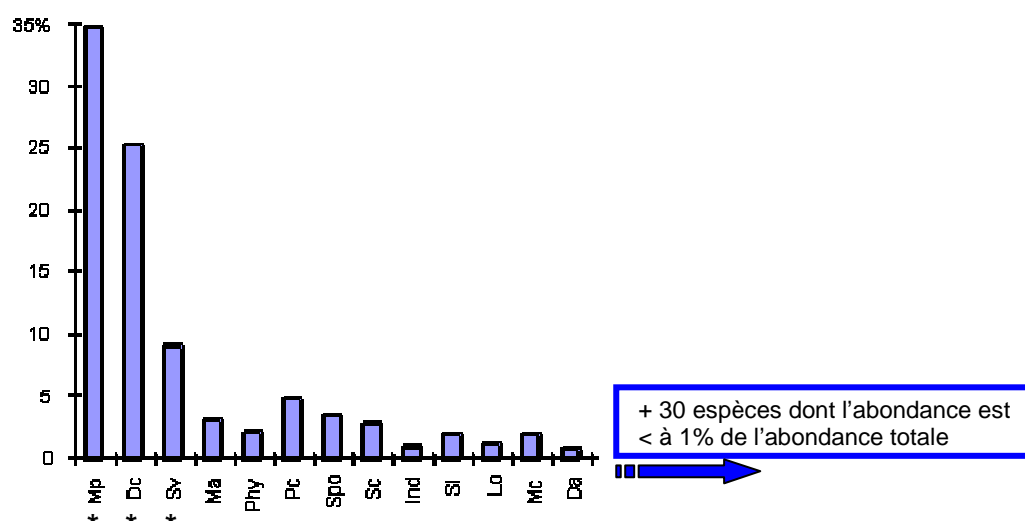


Figure n°163 : Pourcentage de l'abondance totale en adventices pour chaque espèce d'adventice

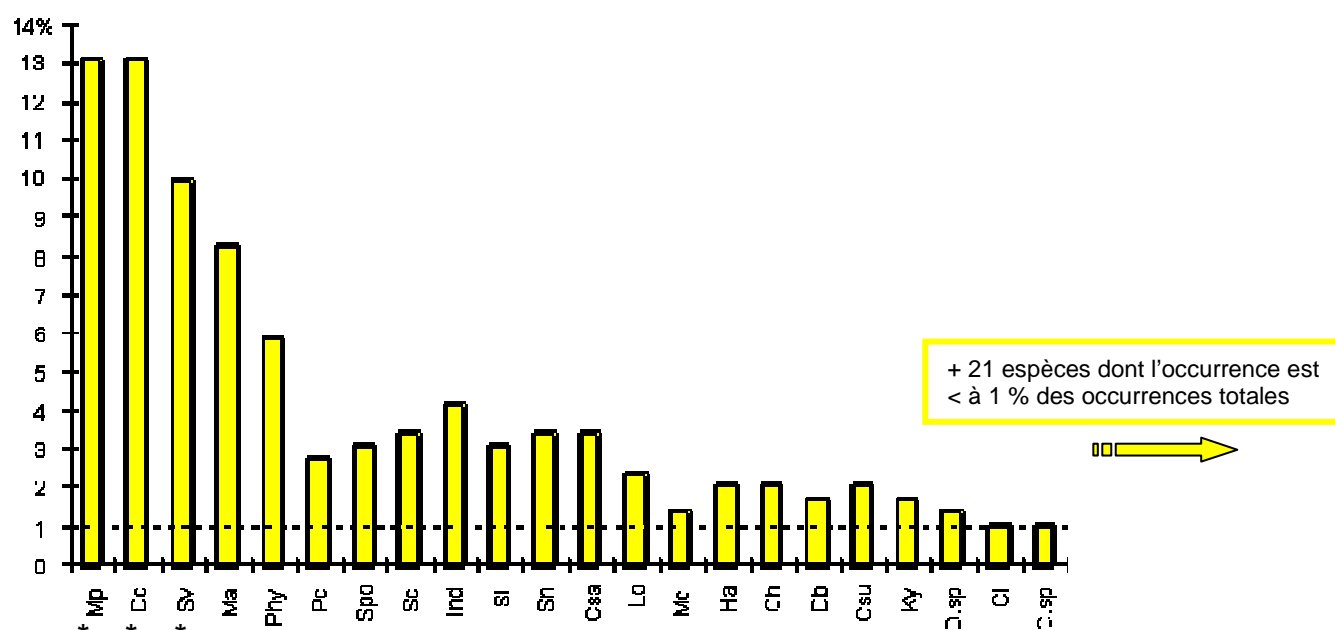


Figure n°164 : Pourcentage des occurrences totales en adventices pour chaque espèce d'adventice

* Mp : *Mimosa pudica* - Dc : *Desmodium canum* - Sv : *Spermacoce verticillata*

La "pâtûre pilotée" qui peut jouer un rôle comme facteur de gestion des phénomènes invasifs a commencé d'être mise en évidence dans la section précédente de nos résultats. Nous avons pu montrer qu'il existait des relations très nettes entre les caractéristiques des structures des couverts fourragers et l'abondance de *Mimosa pudica* dans les prairies. Nous avons aussi identifié des relations pouvant être qualifiées de rétroactions de la pâtûre sur la structure du couvert fourrager.

Les modes d'élevage et de pâtûre peuvent être considérés comme des moyens (des modalités de pratiques) d'ajustement des structures pour rendre les couverts fourragers des prairies plus résistants et plus résilients aux processus d'envahissement par les adventices majeures en prairies guyanaises. Le facteur "pâtûre pilotée" doit être souvent intégré (au sens de « lutte intégrée »), combiné avec d'autres interventions techniques pour une réduction directe de la population d'adultes en place, en ayant recours notamment aux traitements phytocides raisonnés (Huguenin et Belge-Bedogo, 1993).

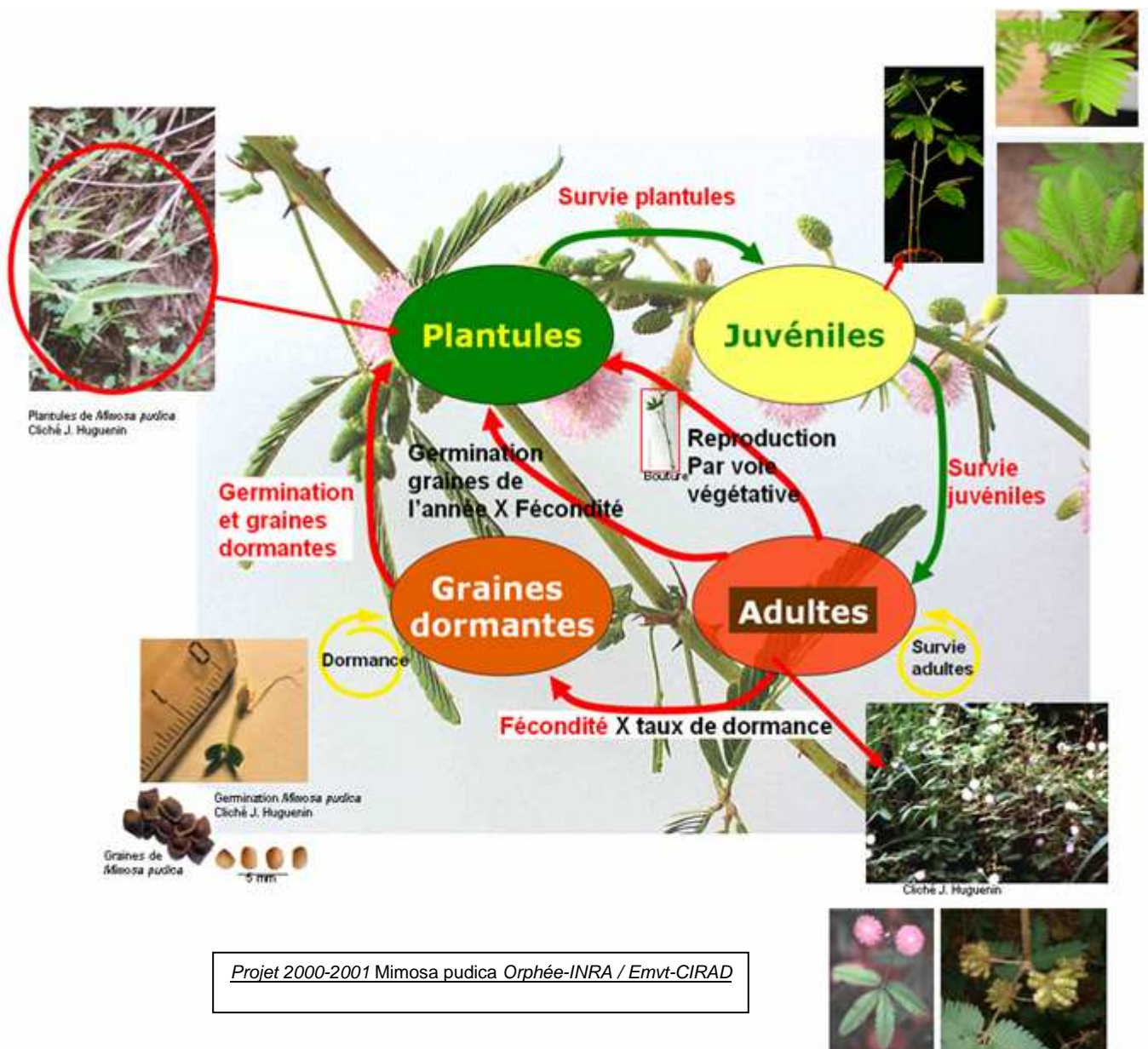
Cette étude est donc basée sur une démarche déjà éprouvée dans d'autres systèmes prairiaux, d'intégration des connaissances sur la dynamique démographique d'espèces cibles dans le raisonnement d'itinéraires techniques de gestion de la ressource fourragère (Rejmánek, 2000 ; Magda et Gonnet, 2001 ; Buckley, 2003 ; Girard *et al.*, 2004 ; Magda *et al.*, 2004).

Dans le cas des systèmes guyanais, nous faisons l'hypothèse qu'un raisonnement sur le pâtûrage, au sein d'un itinéraire technique de gestion à l'échelle de la parcelle, peut se construire en intégrant l'objectif de contrôle du recrutement d'espèces ligneuses indésirables. Ce contrôle, dans le cas spécifique des espèces ligneuses guyanaises, est limité à une réduction de la survie des plantules ou juvéniles jugés comme les seuls accessibles et sensibles au pâtûrage. Il est cependant supposé être important en terme de réduction immédiate de la densité de juvéniles et donc de la densité d'adultes en place à moyen terme.

L'impact du pâtûrage sur le taux de survie des stades plantules et juvéniles peut être direct via la défoliation ou indirect en favorisant les conditions de forte compétition pour la lumière sur les stades très jeunes (plantules ou juvéniles au début de leur croissance) souvent les plus sensibles à ce facteur.

Dans cette section (de résultats) nous nous attachons à quantifier l'impact direct sur la population de juvéniles et l'impact indirect du pâtûrage sur la survie de la population de plantules en s'appuyant sur l'hypothèse que le maintien d'une structure du couvert dense et épaisse pourrait favoriser la mortalité des plantules. Le travail du modelé sur la structure, notamment par des choix de modalités de la pâtûre (*Cf.* section précédente pp. 231-262), présente deux avantages :

- ✦ Le développement phénologique continu de ces espèces permet difficilement de cibler la période de pâtûrage, tel qu'on pourrait le faire dans des écosystèmes prairiaux tempérés, sur des périodes clefs en rapport avec les périodes de germination et de sensibilité des plantules souvent réduites dans le temps.
- ✦ La mise en place de structures de couverts plus ou moins permanentes permet de maintenir pendant une période plus longue une pression de sélection par la compétition pour la lumière sur les plantules qui apparaissent presque en continu dans ces écosystèmes tropicaux et plus particulièrement équatoriaux.



Caractéristiques majeures de *Mimosa pudica* :

- ⇒ Un cycle reproducteur en continu,
- ⇒ Pas de sensibilité, par la pâture, des stades adultes (lignification rapide)²⁸⁴.

Figure n°165 : Stratégie démographique spécifique de *Mimosa pudica*.

²⁸⁴ Caractéristique du stade adulte quand il n'y pas d'opération humaine. Rappel : les interventions mécaniques de rabattage des plants adultes engendrent une limitation éphémère de la biomasse de *Mimosa pudica* qui se traduit ensuite par une repousse rapide notamment par des voies de reproduction et multiplication végétatives. Seules des interventions raisonnées ayant recours à des traitements phytocides systémiques arrivent à atteindre des taux élevés de mortalité des plants adultes. Néanmoins, malgré l'efficacité de ces interventions raisonnées sur les plants adultes, reste le potentiel de résurgence de *Mimosa pudica* par son "seed bank" (stock de semences dans le sol).

Nous pouvons récapituler les points essentiels de cette étude portant de façon précise sur les invasives des prairies guyanaises (notamment *Mimosa pudica*) ainsi :

La problématique étudiée dans cette partie porte sur ces adventices des prairies qui présentent des facultés phytoécologiques d'envahissantes délicates à contrôler. Ces plantes se caractérisent par des productions permanentes de semences à longévité élevée (Wittenberg & Cock, 2001), des aptitudes à la reproduction végétative²⁸⁵ et des levées massives de plantules dont les croissances sont rapides.

La question de recherche spécifique à cette section est de trouver comment bloquer le cycle de vie des invasives et notamment leur expansion ou renouvellement par de nouveaux plants ?

L'objectif sous-tendu à cette question de recherche est de produire des effets par le pâturage pouvant permettre le contrôle des espèces subligneuses envahissantes.

En finalité, avec l'ensemble des autres études menées, nous cherchons à obtenir une démarche de modélisation de dynamique démographique de population en réponse à différents « régimes » de pâturage.

Les hypothèses de travail, pour aborder ce questionnement, ont été de considérer que le stade le plus vulnérable des invasives subligneuses était celui des jeunes plantules pré-émergentes (juvéniles).

En conséquence, nous avons testé en hypothèses liées des effets directs sur les jeunes plantules d'invasives en considérant que leurs taux de mortalité et de morbidité pouvaient augmenter suivant :

- ✚ l'effet d'ombrage engendré par les structures des couverts herbacés fourragers,
- ✚ la défoliation et la coupe dues directement au broutage des plantes juvéniles, supposées appétantes, ou indirectement par le piétinement.



Figure n°166 : Buisson de *Mimosa pudica* en pleine floraison.

²⁸⁵ De nombreux bouturages se constatent après un rotobroyage – gyrobroyage.

52. Méthodologie, matériel et dispositifs

Les graines de l'espèce retenue comme plante modèle, *Mimosa pudica*, sont relativement faciles à récolter et à manipuler (Fig. n°170). Leur dormance peut être levée en les baignant une minute dans de l'eau venant de bouillir (Audru et Huguenin, 1986 ; Willan, 1992) . A noter aussi que les très jeunes plants sont identifiables dès les tous premiers jours (même le premier jour, figures n° 168 & 169). Cette facilité de reconnaissance s'est avérée très utile dans un de nos dispositifs qui se situait en plein champ, donc avec de nombreuses autres plantules émergentes d'autres espèces (Cf. descriptions des dispositifs pages suivantes).

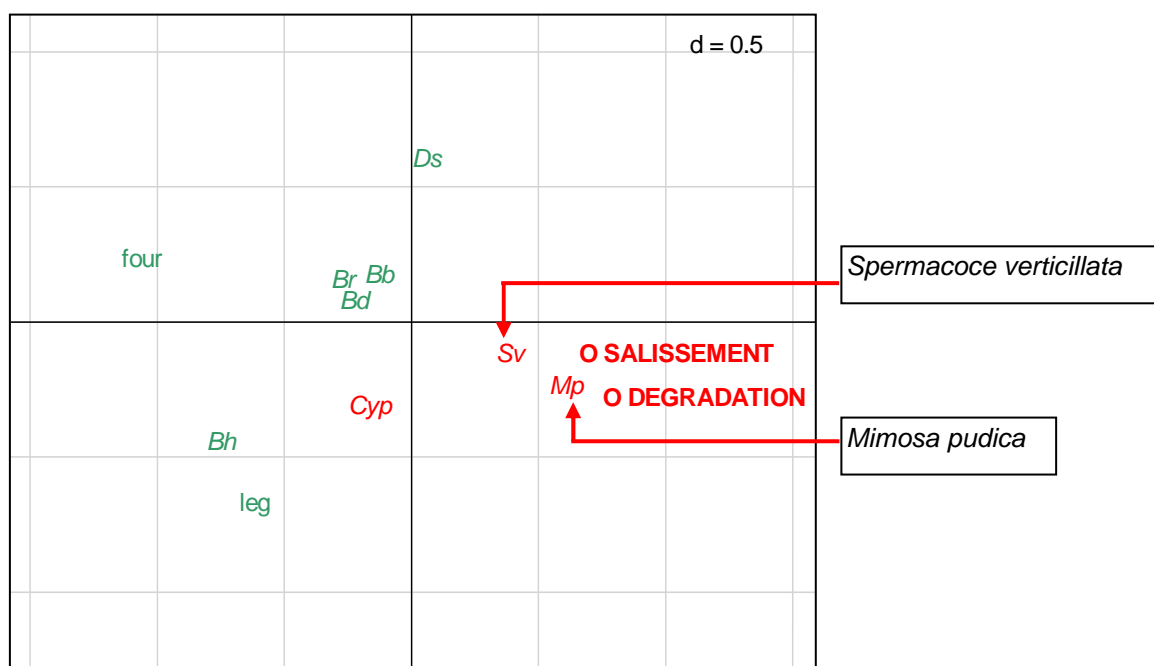


Figure n°167 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS Espèces fourragères en présence X principales adventives X Etat des prairies sur 176 stations (parcelles). Projection des variables. 4^{ème} campagne (2000).



Figure n°168 : jeunes plantules de *Mimosa pudica*

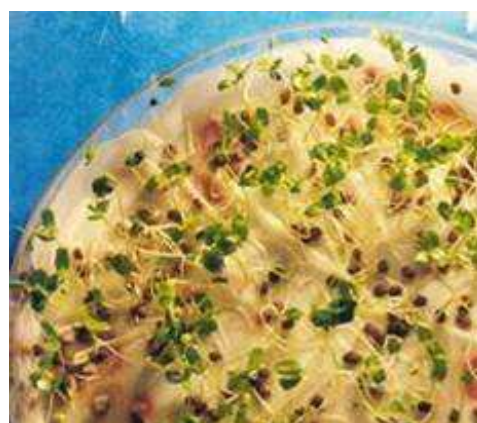


Figure n°169 : Test de germination de *Mimosa pudica*

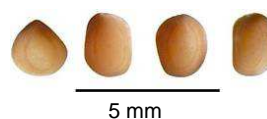


Figure n°170 : Taille des graines de *Mimosa pudica*

Informations sur *Mimosa pudica* L., de la famille des Fabaceae

Noms communs en anglais : Sensitive Plant, Sleeping Grass ; en français : Sensitive.

Plante originaire du Brésil qui est actuellement largement naturalisée à travers le monde.

M. pudica est un arbrisseau rampant de quelques dizaines de cm pouvant dépasser le mètre dans certaines circonstances. Ses branches sont épineuses et le feuillage est normalement persistant, pourvue de feuilles alternes, composées et bipennées. Ses feuilles ont la particularité de se replier à différents stimuli (vent, pluie, toucher, etc.), phénomène d'haptonastie. Ce mouvement de repli permet de se protéger des intempéries, des prédateurs herbivores... (Un rameau replié sur lui-même est moins appétissant et les feuilles sont ainsi moins exposées aux éventuelles dégradations naturelles). Une fois le calme revenu, les feuilles reprennent leur port. Des cellules spécialisées « motrices » situées sur l'axe de la feuille et du pétiole en sont responsables par un phénomène de migration d'eau (la cellule stimulée chasse l'eau engendrant le repli). Elles se replient également la nuit et se déploient le jour, ce qui range *M. pudica* dans les nyctinasties.

Cette espèce présente deux voies de reproduction : sexuée et végétative. Ses fleurs sont roses et globuleuses, suivies de gousses composées renfermant les graines.

Sources principales URL (Déc 2008): <http://www.bio.miami.edu/mimosa/mimosa.html> ;

<http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Mimosa%20pudica.pdf>

<http://www.jssg.org/database/species/ecology.asp?si=1002&fr=1&sts...>

Remarque : La germination des graines est favorisée par un traitement thermique : une minute dans l'eau bouillante permet de multiplier par 6 ou 7 le taux de germination en 15 jours. La jeune plantule, très identifiable semble très résistante. Au bout de 25 jours, les plants font 4 cm de haut et sont au stade 8 folioles (informations issues de notre laboratoire à Kourou).

Deux types de situations ont été choisis pour la mise en place des expérimentations :

- ⇒ 1 ➤ En pleins champs et en pleine terre dans des prairies de pâture,
- ⇒ 2 ➤ Sous serre dans des pots.

521. Sensibilité des plantules sous différents couverts herbacés fourragers

Afin d'apprécier l'incidence directe de différents couverts fourragers sur de jeunes plantules de *Mimosa pudica*, une série d'expérimentations a été réalisée dans des prairies appartenant à des éleveurs. Leur objet a été de vérifier l'hypothèse suivant laquelle la structure du couvert herbacé fourrager peut empêcher le développement des plantules de cette adventice majeure. Le principe était de procéder à des sursemis dans des couverts fourragers de trois espèces différentes. Les couverts de ces espèces fourragères ont été choisis afin de disposer de situations contrastées. Pour chaque couvert d'une espèce nous avons retenu deux types de structures : l'un dense & épaisse à port prostré et l'autre lâche & clairsemée à port dressé.

Les trois espèces fourragères qui ont fait l'objet de ce dispositif ont été :

↳ *Brachiaria decumbens* peu stolonante à port dressé,

↳ *B. humidicola* stolonante au niveau du sol port horizontale puis dressé. Stolons épais, feuilles longues,

↳ *Digitaria swazilandensis* stolonante à port semi dressé puis horizontale. Stolon fins, feuilles petites.

Pour chaque espèce fourragère nous avons donc choisi deux types de structures du couvert herbacé fourrager pouvant être caractérisées ainsi :

- ⇒ un couvert bas dense, épais et d'un port écrasé. Couvert qui se rencontre notamment dans les prairies qui sont soumis à de fortes charges de pâture, mais sans excès,
- ⇒ un couvert lâche peu dense et d'un port dressé. Couvert se rencontre par exemple dans les prairies exploitées à de faibles charges et dont les temps de repousses dépasse les 60 jours.

Chaque zone destinée à être sursemée avec des semences de *M. pudica* a fait l'objet d'un rabattage préalable de la végétation. Nous avons réalisé des semis dans deux niveaux de repousse des couverts :

- ⇒ le jour de la coupe d'homogénéisation (rabattage de la végétation à 10 cm).
- ⇒ quinze jours après la coupe d'homogénéisation.

Le deuxième semis doit permettre de simuler l'effet permanent des germinations et des besoins éventuels et ponctuels d'ombrage des plantules dans les premiers jours après la germination.

Chaque "essai/traitement" étudié a fait l'objet de trois répétitions.

Un "essai/traitement" = 1 espèce fourragère (sur 3), 1 structure (sur 2), 1 date de semis (sur 2).
Informations complémentaires sur les espèces fourrages retenues dans nos protocoles

Digitaria swazilandensis

Importée d'Afrique du Sud, c'est une espèce pérenne. Elle est très stolonifère, à port plus ou moins étalé se propageant par stolons longs et minces pourvus de racines. Après une phase rampante, des tiges très ramifiées se forment, érigées avec de nombreux rejets feuillus. D'un enracinement peu profond elle est assez sensible à la sécheresse, après un ou deux mois d'absence de pluie sa production s'arrête.

Digitaria swazilandensis est adaptée à des sols moyennement ou bien drainés et reste sensible au tassement du sol et à la toxicité aluminique. Elle fut considérée comme l'espèce la mieux adaptée aux conditions écologiques guyanaises, lors du plan de développement agricole guyanais dans les années 1970, malgré sa sensibilité à la sécheresse, aux noctuelles (*Spodoptera frugiperda*), à la dégradation et au salissement des prairies. Elle ne peut s'implanter que par voie végétative.

***Brachiaria decumbens* Stapf.**

Herbe vivace semi-érigée formant de larges touffes de 80 cm de haut. Les limbes sont larges (jusqu'à 2,5 cm), arrondis à la base, nettement lancéolés, couverts de poils courts. Ils gardent leur couleur vert foncé même en saison sèche. La fructification est saisonnière. Les chaumes fertiles portent 2 à 5 racèmes étagés d'un même côté de l'axe, incurvés. Le rachis plat porte à sa face inférieure deux rangées d'épillets. Ceux-ci sont ovales et mesurent 5 mm de long. La glume supérieure aussi longue que l'épillet, porte de courts poils raides.

Les semences de *Brachiaria decumbens* sont principalement commercialisées par le Brésil et aussi par l'Australie sous le nom de signal grass, cette espèce a pris un rapide essor dans les régions d'élevage en raison de sa forte production, de sa rusticité vis-à-vis du sol, et de sa souplesse à l'utilisation en pâture. Les éleveurs apprécient aussi les bons résultats zootechniques obtenus, y compris en élevage laitier. Elle présente néanmoins une nette sensibilité aux "Cigarrinha" (*Deois incompleta*) et en Guyane une fragilité élevée face aux processus d'envahissement par des adventices.

***Brachiaria humidicola* (rendle) Schweick.**

Herbe vivace en touffes basses de 70 cm de haut, le **koronivia grass** produit de longs stolons glabres souvent teintés de pourpre. Les limbes sont raides, linéaires ou lancéolés, glabres, vert foncé luisant. Les inflorescences apparaissent saisonnièrement et sont constituées de 3 à 5 racèmes échelonnés, disposés du même côté de l'axe. Les épillets ovales et glabres, sont grossièrement disposés sur deux rangs à la face inférieure du rachis.

Brachiaria humidicola s'est naturalisée dans les régions les plus humides et constitue des prairies très productives et très tolérantes aux erreurs de gestion. Elle prospère sur de nombreux types de sol, même si leur fertilité est médiocre, pourvu que l'alimentation en eau soit importante. Son appétibilité est moyenne. La multiplication par voie végétative (plantation de stolons) est souvent utilisée, même si son installation par semis est réalisable. Sa germination après un semis peu être étalée dans le temps en raison d'un phénomène de dormance prononcé de ses semences.

Sources principales : Daget P., Godron M., 1995 ; Béreau *et al.*, 1992, Arshad *et al.*, 2006.

Tropical forages (CSIRO, Qld, CIAT, ILRI) : URL (Déc. 2008) <http://www.tropicalforages.info/index.htm>

FAO [Grassland species profiles](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/Default.htm) : URL (Déc. 2008) <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/Default.htm>



Brachiaria decumbens



Brachiaria humidicola



Figures n° 171 : Espèces fourragères utilisées dans les essais de sursemis de *Mimosa pudica*

Source des clichés:
 *Tropical Forage (CSIRO, Qld, CIAT, ILRI).
 **Vivier *et al.*, 1995
 ***J. Huguenin



Digitaria swazilandensis



Dispositif dans une parcelle destinée à tester la survie de plantules issues de sursemis de *Mimosa pudica* dans un couvert fourrager avec une espèce fourragère d'un type de structure.



Le chronogramme opératoire dans une parcelle d'essais :

- J0** ✓ mesures des paramètres de densité horizontale et de biomasse volumique.
✓ coupe d'homogénéisation de toutes les placettes.
✓ 1^{ère} série de sursemis de *Mimosa pudica* dans les placettes a, b, c, juste après la coupe d'homogénéisation.
- J15** ✓ baguage des plantules²⁸⁶ de *M. pudica* dans les placettes a, b, c, 15 j après le sursemis.
✓ sursemis²⁸⁷ 15 j après la coupe d'homogénéisation dans les placettes : d, e, f.
- J30** ✓ comptage* des plantules de *M. pudica* dans les placettes **a**.
✓ baguage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **d, e, f**, sursemées depuis 15 jours, et dont le couvert a été homogénéisé 30 j auparavant.
- J45** ✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **b** sursemées 45 j auparavant.
✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **d** sursemées 30 j auparavant.
- J60** ✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **c** sursemées 60 j auparavant.
✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **e** sursemées 45 j auparavant.
- J75** ✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **a** sursemées 75 j auparavant, 45 jours après la coupe superficielle.
✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **f** sursemées 60 j auparavant.
- J90** ✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **b** sursemées 90 j auparavant, 45 jours après la coupe superficielle.
✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **d** sursemées 75 j auparavant, 45 jours après la coupe superficielle.
- J105** ✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **c** sursemées 105 j auparavant, 45 jours après la coupe superficielle.
✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **e** sursemées 90 j auparavant, 45 jours après la coupe superficielle.
- J120** ✓ comptage des plantules de *M. pudica* dans les placettes **f** sursemées 105 j auparavant 45 jours après la coupe superficielle.

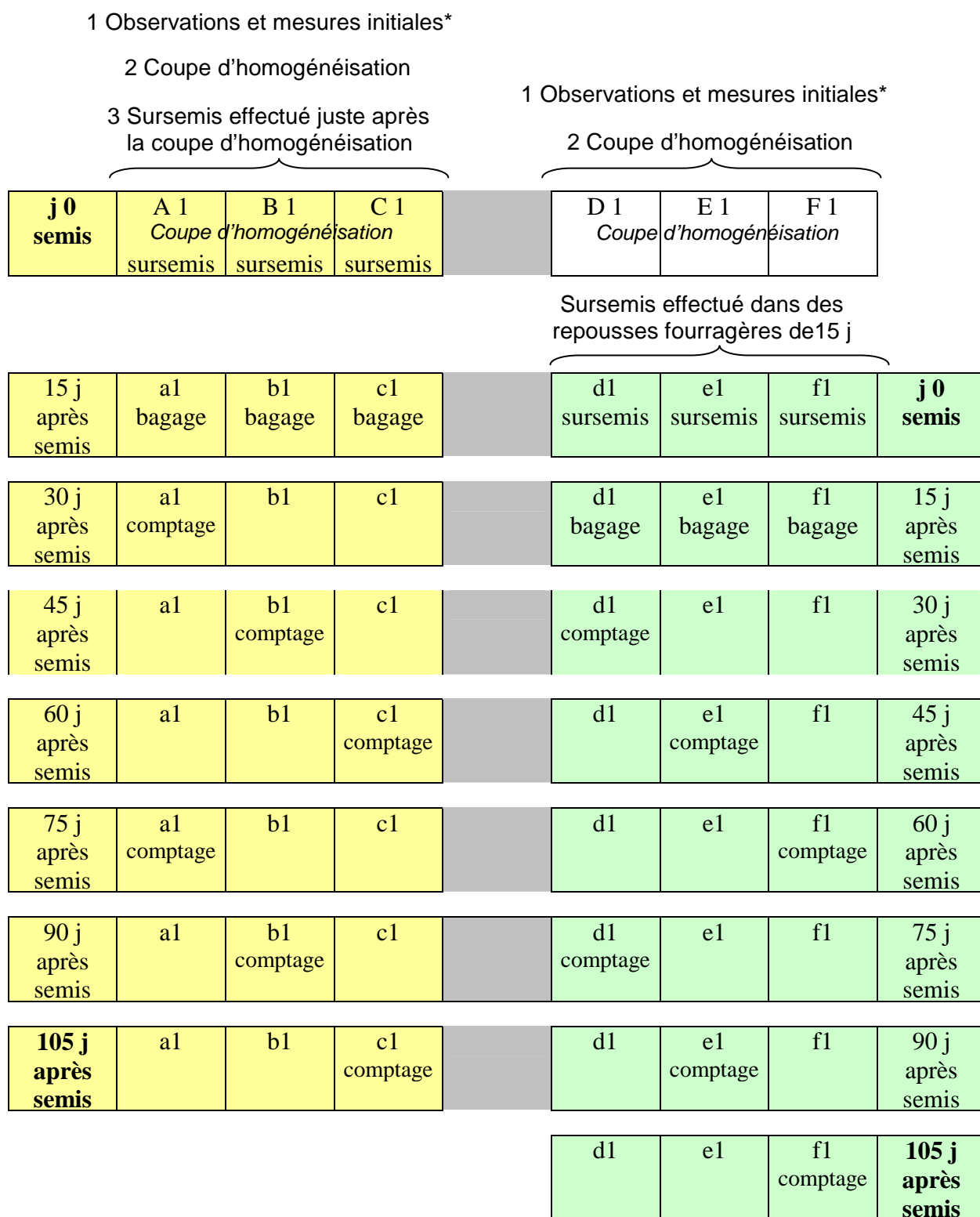
* Lors d'un comptage, des plantules de *M. pudica*, dans une placette le couvert fourrager est perturbé. Nous avons dû même pratiquer parfois une légère coupe supérieure, avec des cisailles, de la végétation fourragère pour améliorer le repérage des plantules de *Mimosa pudica*. C'est la raison pour laquelle le comptage relevé 15 j après un comptage se fait dans une placette adjacente ; exemple :

Les plantules de *Mimosa pudica* présentes, 30 j après le semis, sont comptées dans les placettes "a"
Et

Les plantules de *Mimosa pudica* présentes, 45 j après le semis, sont comptées dans les placettes "b"

²⁸⁶ 100 plantules de *Mimosa pudica* baguées par placette.

²⁸⁷ Cette intervention a parfois été décalée en raison de précipitations trop abondantes. Certaines placettes ont fait l'objet d'un sursemis renouvelé quand le taux de germination était trop faible ce qui se traduisait par une quasi-inexistante de plantules 15 jours après le semis.



* Observations et mesures initiales du milieu, de la végétation, de la flore et de la structure du couvert fourrager.

Figure n°173 : Chronogramme d'interventions dans un essai de sursemis de *Mimosa pudica* sur un couvert fourrager composé d'une partie sursemée immédiatement après coupe initiale et d'autre semée 15 j après. Essai qui est répété 3 fois

Les caractéristiques des sites (plateformes) choisis ont fait l'objet d'observations et de nombreux relevés enregistrés. Les principaux enregistrements portent sur :

- ↗ Biomasse volumique de l'espèce fourragère de référence de chaque plateforme,
- ↗ Contributions spécifiques de tout le cortège floristique,
- ↗ Contributions de contacts des organes de fourragère de référence de chaque plateforme,
- ↗ Caractéristiques du sol,
- ↗ Micro – topographie,
- ↗ Profil de pâturage de la prairie,
- ↗ Modalité d'entretien de la prairie,
- ↗ Origine du terrain de la prairie,
- ↗ Age de la prairie.

L'ensemble de la mise en place de l'essai et de sa réalisation a porté sur cinq mois (y compris la phase de prospection des zones où installer les diverses plateformes). Pendant toute la période d'expérimentation (mars à juin) a été notée principalement les points suivants :

- ↗ Comptage des mortalités des plantules baguées issues des sursemis,
- ↗ La pluviométrie : toutes les parcelles étaient situées dans la même zone d'isohyète,
- ↗ Les effets de l'érosion sur les placettes dues notamment au ruissellement de l'eau de pluie.

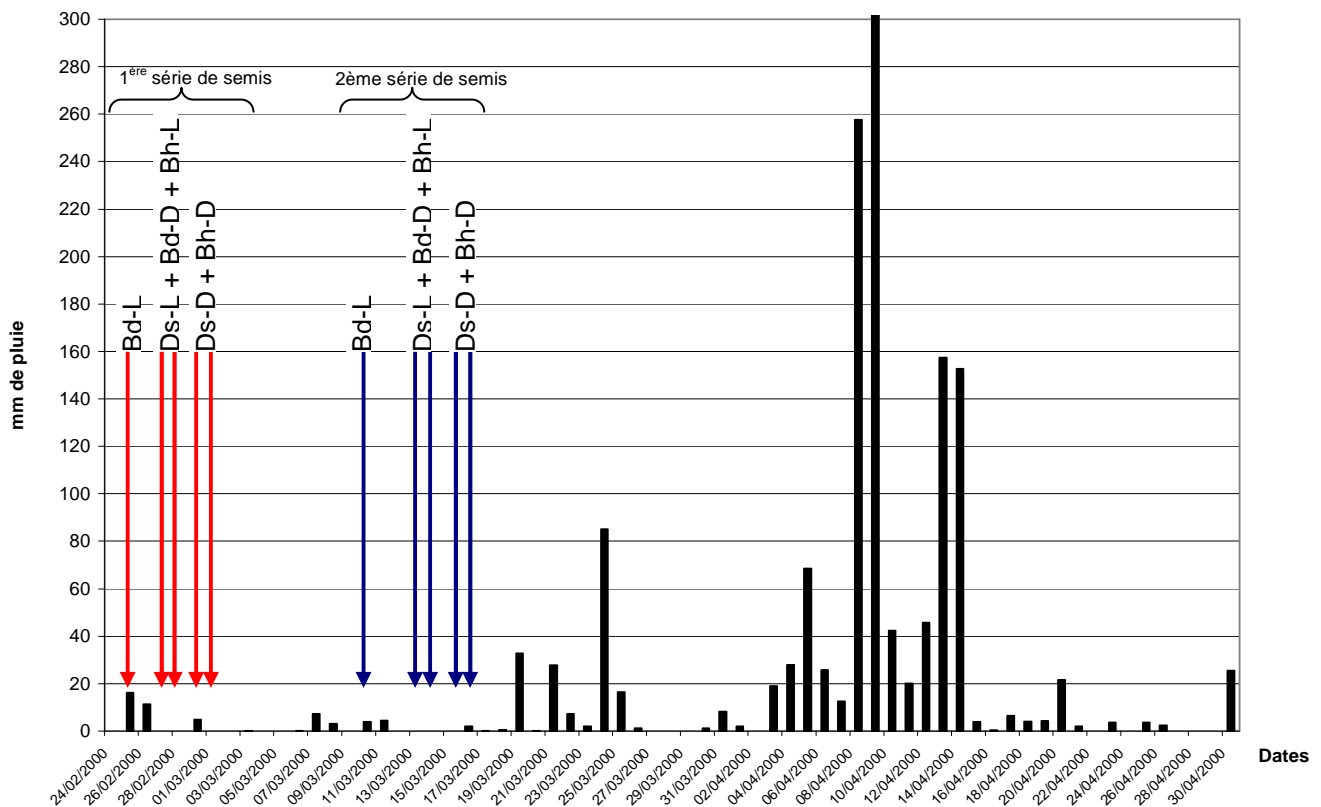


Figure n°174 : Pluviométrie journalière dans la zone des essais de sursemis lors des premiers deux mois

Dd : *Brachiaria decumbens* ; Bh : *Brachiaria humidicola* ; Ds : *Digitaria swazilendensis* / D : dense ; L : Lache

Le cumul arrondi de la pluviométrie a été de 1.500 mm au cours des deux premiers mois des essais de sursemis, dans la zone où ont été placés les plateformes et leurs sites.

522. Tests de sensibilité des plantules en serres à l'ombrage et à la défoliation

Nous avons opté pour des expérimentations sur les plantules de *M. pudica* en milieu contrôlé afin d'essayer de s'affranchir des effets connexes que nous pouvions rencontrer en plein champs. En conséquence l'ensemble des travaux menés dans le cadre de ce projet s'appuie sur une démarche expérimentale en conditions contrôlées.

Cette démarche expérimentale s'imposait d'une part par rapport aux besoins d'une approche analytique sur deux stades précis de développement de cette espèce qu'il est plus délicat de repérer et de manipuler *in situ* et du contrôle des traitements à mettre en place, en particulier ceux associés à l'étude du processus de compétition pour la lumière.

L'ensemble du dispositif expérimental a été installé dans une serre du domaine d'Auzeville (INRA – Toulouse ; latitude 43°37' N, longitude 1°27'E, altitude 200m asl) où il était possible d'exercer un contrôle sur la température, l'hygrométrie et l'éclairement. La délocalisation de l'espèce *Mimosa pudica* par rapport à son habitat d'origine tropical nécessitait de « recréer » en conditions contrôlées un environnement le plus proche de son environnement naturel.

Ce dispositif sous serre nous a ainsi permis :

- ↳ de ne plus être dépendant des diverses structures fourragères,
- ↳ de réaliser aussi des essais de défoliation contrôlé sur les plantules.

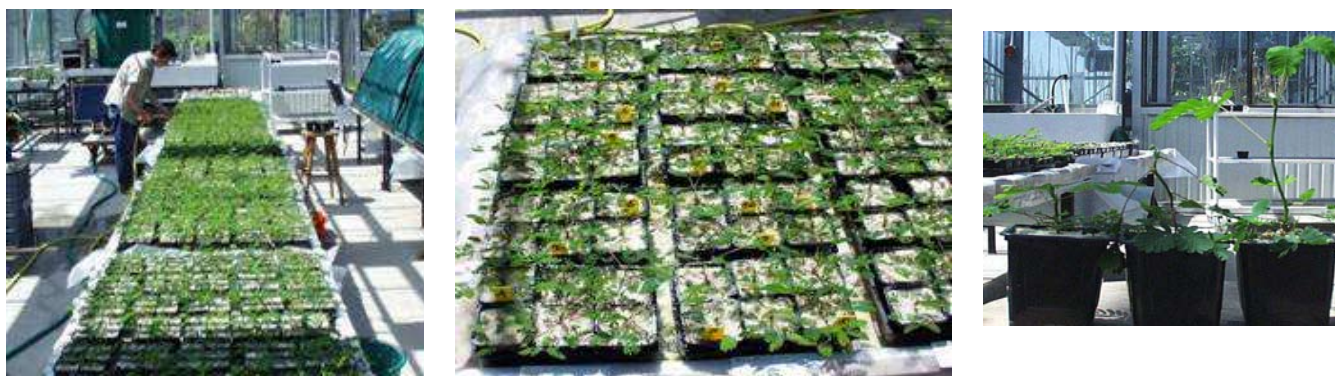


Figure n°175 : Clichés du dispositif de tests de sensibilité des plantules de *Mimosa pudica* sous serres à l'Inra de Toulouse avec le laboratoire Orphée. Cl. Benoît Gleizes.

RAPPEL Les expérimentations réalisées dans le cadre de ce projet avaient pour but de :

- ↳ Tester l'hypothèse d'une sensibilité des plantules de *Mimosa pudica* à une compétition pour la lumière en testant différents stades de développement des plantules et différents niveaux d'ombrage.
- ↳ Tester l'impact d'un prélèvement direct sur les stades juvéniles de développement supposés appétents au pâturage.

La sensibilité d'une plantule est supposée être très dépendante de son stade de développement depuis son stade précoce dit stade cotylédonaire jusqu'au stade d'établissement marqué par la formation de plusieurs feuilles. Pour les deux stades (plantules et juvéniles), des suivis ont été réalisés pour quantifier l'impact des différents traitements sur leur taux de survie, leur développement morphologique, leur niveau d'appétibilité (degré de lignification) et leur développement phénologique (mise en place du stade reproducteur).

Origine du matériel végétal

Les populations de plantules et de juvéniles testées ont été obtenues à partir de la mise en germination de populations importantes de graines récoltées au sein du réseau de prairies guyanaises, en zone côtière, suivi par l'équipe du Cirad-Emvt basée à Kourou.

Les graines ont été manipulées en mélange et sans sélection pour tenir compte de la variabilité présente au sein des populations naturelles. Après traitement pour la levée de la dormance (passage durant une minute dans de l'eau venant de bouillir), la germination a été obtenue sur substrat composé de sable, de terre limono-argileuse (origine piémont ariégeois) et de terreau.

Le semis a été organisé dans le temps afin d'obtenir pour une même date des populations de plantules et des juvéniles à différents stades de développement. Nous avons défini comme stade plantule le stade qui suit immédiatement la phase de germination où la plantule présente encore ses feuilles cotylédonaire. Nous avons retenu comme stade juvénile le stade de développement où la plante présente une ou plusieurs paires de feuilles marquant son succès à l'établissement. Ce stade peut être de longue durée car il se prolonge jusqu'à la période du premier développement de structures reproductrices.

Données environnementales

Les paramètres associés aux facteurs température, hygrométrie et rayonnement de la serre étaient sous contrôle automatique. Les différentes valeurs et programmes de contrôle associés aux différents facteurs environnementaux ont été respectivement sélectionnés et mis au point pour se rapprocher le plus possible des conditions environnementales de la Guyane. Ces conditions ont été identifiées à partir des données météo de Météo France (station de Rochambeau à Cayenne) nous donnant les valeurs moyennes mensuelles de température et d'hygrométrie calculées sur 3 ans (87-90). A partir de ces valeurs nous avons fixé pour la serre une température de 25 °C et une hygrométrie à 80 %. Les valeurs minimales et maximales moyennes de température et d'hygrométrie obtenues dans la serre et calculées à partir de mesures réalisées toutes les heures sont respectivement de 18,81°C et 60,07% et 24 °C et 78,00%.

Dispositifs et traitements

Avant traitement, les plantules et les juvéniles ont été disposés individuellement dans des pots en plastique de taille s'ajustant à la croissance des plantes et avec un substrat de sable neutre. Les pots sont alimentés trois fois par semaine par capillarité par une solution nutritive.

Le rythme des apports et la concentration en éléments nutritifs de cette solution ont été calculés pour se rapprocher des conditions de biodisponibilité en éléments estimées *in situ* sur les prairies guyanaises. A partir des niveaux de nutrition estimés sur les couverts prairiaux guyanais (Huguenin, 2002), nous avons fixé la composition de la solution nutritive pour se rapprocher d'une situation non limitante en phosphore et sur la base d'un indice azoté proche de 40 ; un niveau de 100 étant considéré comme non limitant pour la croissance des plantes (Lemaire et Gastal, 1997). Une inoculation par le mélange des souches symbiotiques du type STM 1044 et STM 1045 de *Mimosa pudica* a été réalisée pour chaque plante. Le succès de la symbiose a été validé sur des lots témoin par repérage des nodosités sur le système racinaire.

Un système de capteurs et de régulateurs électroniques nous a permis de contrôler automatiquement la température et l'hygrométrie. Les valeurs et programmes de contrôle associés aux différents facteurs environnementaux ont été respectivement sélectionnés et mis

au point pour se rapprocher le plus possible des conditions environnementales Guyanaises (données météo de Météo France, station de Rochambeau à Cayenne). Les valeurs moyennes mensuelles de température et d'hygrométrie calculées sur 3 ans (87-90) étaient de 25 °C pour la température et de 80 % pour l'hygrométrie.

Nous avons fixé la période des expérimentations du 18/04/01 au 19/11/01 afin de pouvoir maintenir relativement aisément ces valeurs au sein de la serre. Les valeurs minimales et maximales moyennes journalières de température et d'hygrométrie effectivement obtenues dans la serre et calculées à partir de mesures réalisées toutes les heures sont respectivement de 18,8°C et 60.0% et 24 °C et 78,0%.

Afin d'apprécier les différences du rayonnement solaire entre la Guyane et Toulouse (Auzeville), nous avons réalisé des mesures du flux solaire avec un pyranomètre sur le site d'Auzeville afin de les comparer avec les valeurs de rayonnement obtenues auprès de Météo France sur le site de Cayenne (Tableau n° : 23). Les moyennes mensuelles de rayonnement solaire entre Toulouse et la station de Cayenne sont du même ordre de grandeur même si les moyennes sont effectivement calculées sur des durées de jours qui sont différentes entre les deux sites.

Tableau n°25 : Flux solaires mensuels comparés Cayenne/Auzeville - Toulouse

Incident flux MJ/m ²	Mai	Juin	July	Août	Septembre	Octobre
Auzeville	18,9	20,3	21,1	19,2	14,6	9,3
Cayenne	15,3	16,6	18,9	20,5	22,2	21,9

Méthodologie et moyens de l'essai de mise sous ombrage de plantules de *M. pudica*

Pour tester l'effet de l'ombrage, nous avons soumis des populations de plantules de *Mimosa pudica* à trois stades de développement différents (cotylédonaire, 1 feuille et 5 feuilles) à deux intensités différentes d'ombrage.

Pour un traitement et un stade donnés un lot de 180 plantules a été testé, soit un total de 1620 plantules avec le témoin. Chaque lot a été divisé en deux répétitions réparties au hasard au sein de la serre. Les différentes populations de plantules aux différents stades de développement ont été soumises aux différents traitements d'ombrage en même temps.

Les intensités d'ombrage choisis correspondent à des niveaux d'ombrage pouvant être exercés par un couvert dense de graminées (Magda *et al.*, 2006). Ils représentent respectivement à 27 et 13 % du PAR (Photosynthetically Active Radiation). Les deux intensités d'ombrage ont été obtenues par deux ombrières fabriquées à partir d'un filet de polyéthylène (Le matériel choisi pour les ombrières a été testé pour sa qualité de neutralité sur le spectre). Le lot témoin correspond au lot sans ombrière et reçoit dans l'environnement de la serre 60% du PAR. Le calcul précis des pourcentages d'interception du rayonnement incident au sein de la serre et sous les ombrières a été réalisé à partir de mesures de rayonnement sur 10 jours réparties sur trois types de journées : ensoleillées, avec une couverture nuageuse moyenne ou très nuageuse. Les mesures du PAR réalisées dans la serre ont été réalisées avec des capteurs de rayonnements de marque SOLEMS connectés à une centrale d'acquisition de données de type CR10 Campbell et du ceptomètre.

Peu d'hypothèses sont émises sur l'impact de la qualité de la lumière sur la survie des stades jeunes (plantules et juvéniles), (Magda *et al.*, 2006). Nous avons choisi de ne pas tester l'impact des variations de qualité de la lumière et donc de modifications de spectre après absorption par un couvert végétal.

Une estimation du degré de lignification des individus soumis aux différentes intensités d'ombrage et à deux stades de développement (stade 1 feuille et juvénile à 5 feuilles) a été réalisé au bout de 45 jours de traitements sous ombrière. Cette estimation a été effectuée de manière indirecte par le calcul de la masse linéique des tiges principales découpées en tronçons de 10 cm et une analyse des tiges secondaires. Cette valeur est obtenue à partir du rapport entre la longueur de la tige mesurée par tronçons et son poids sec. Les valeurs moyennes de lignine sont calculées à partir du poids et de la longueur totale pour l'ensemble des tronçons de même niveau pour l'ensemble des individus d'un même traitement.

Méthodologie et moyens de l'essai portant sur la défoliation de plantules de *M. pudica*

Pour tester l'effet de la défoliation, nous avons soumis des populations de juvéniles à trois stades de développement différents (hauteurs moyennes de 5, 10 et 15 cm) à une coupe ramenant les tiges (tige principale et ramifications lorsqu'elles sont déjà développées) à une hauteur de 5cm par rapport au sol. Cette hauteur correspond au niveau résiduel moyenne du couvert observé après pâturage (Huguenin, 2005).

Un lot de 180 juvéniles a été testé pour un stade donné soit un total de 720 juvéniles avec un lot témoin non coupé. Chaque lot a été divisé en trois répétitions réparties au hasard au sein de la serre. Pour se soustraire de l'effet ombrant de la serre, l'ensemble des juvéniles est placé sous éclairage artificiel au moyen de lampes du type Son-T Agro Philips. Dans ce cas, le rayonnement reçu correspond environ à 100 % du rayonnement extérieur à la serre.

Test complémentaire sur la défoliation de plantules de *M. pudica* élevés sous ombrage

Nous avons aussi testé l'effet de la défoliation sur des juvéniles ayant préalablement subi une compétition pour la lumière, une coupe a été réalisée sur une population totale de 120 juvéniles consécutivement à un traitement d'ombrage de 80 jours au stade plantule. Seulement deux stades plantules (1 feuille et 5 feuilles) et deux intensités d'ombrage (27 et 13% du PAR) ont été testés sur des lots de 30 plantes par traitement.

Remarques sur les observations, mesures et calendrier de suivis

A partir de chaque début de traitement de prélèvement et d'ombrage soit le 15 mai pour l'essai ombrage et le 01 juin pour l'essai prélèvement, un relevé régulier tous les 7 jours des taux de survie a été effectué sur chacune des populations. Un relevé morphologique régulier tous les 7 jours sur une sous - population de 3 x 17 soit 51 individus par population pour chaque traitement a permis de suivre la croissance des individus en terme de hauteur maximale de la plante, de production de ramifications primaires et secondaires pour l'essai prélèvement. Le même relevé a été réalisé sur l'essai ombrage, sur une sous population de 2 x15 soit 30 individus.

Le développement phénologique, en particulier la date de mise en place des structures reproductrices (apparition des premières fleurs) a été suivie tous les jours pour chaque traitement sur les mêmes sous - populations choisies pour les relevés morphologiques.



Figure n°176 : plant de *M. pudica* mené à floraison dans les serres de l'Inra à Toulouse. Clichés de B. Gleizes

53. Analyses et Résultats sur la sensibilité des plantules de *M. pudica*

531. Comportement des plantules sous différents couverts herbacés fourragers

Le travail d'analyse des données a été réalisé avec le logiciel Splus 4.5. Nos analyses préalables nous ont montrées l'histogramme des individus dissymétrique. En conséquence nous avons procédé à l'ajustement d'un modèle linéaire généralisé GLM (famille de loi de proba : binomiale, lien : logit ; régression linéaire logistiques).

Le traitement des données s'est effectué par choix des régresseurs avec une méthode pas à pas (stepwise) selon le critère d'Akaike (AIC).

Modèle : probabilité observée de mortalité d'une plantule : y

$y = (\text{jour} + \text{espece} + \text{structure} + \text{semis})^2$

Tableau n°26 : d'analyse de Déviance

	Df	Deviance	Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(Chi)
NULL				287	6405.493	
jours	5	507.877		282	5897.616	0.000000e+000
esp	2	1029.054		280	4868.562	0.000000e+000
structures	1	1495.675		279	3372.887	0.000000e+000
semis	1	27.317		278	3345.570	1.726828e -007
jours:esp	10	157.248		268	3188.322	0.000000e+000
jours:structures	5	36.920		263	3151.402	6.214953e -007
jours:semis	5	76.535		258	3074.867	0.000000e+000
esp:structures	2	353.361		256	2721.506	0.000000e+000
esp:semis	2	29.348		254	2692.158	4.238081e -007
structures:semis	1	323.158		253	2369.000	0.000000e+000

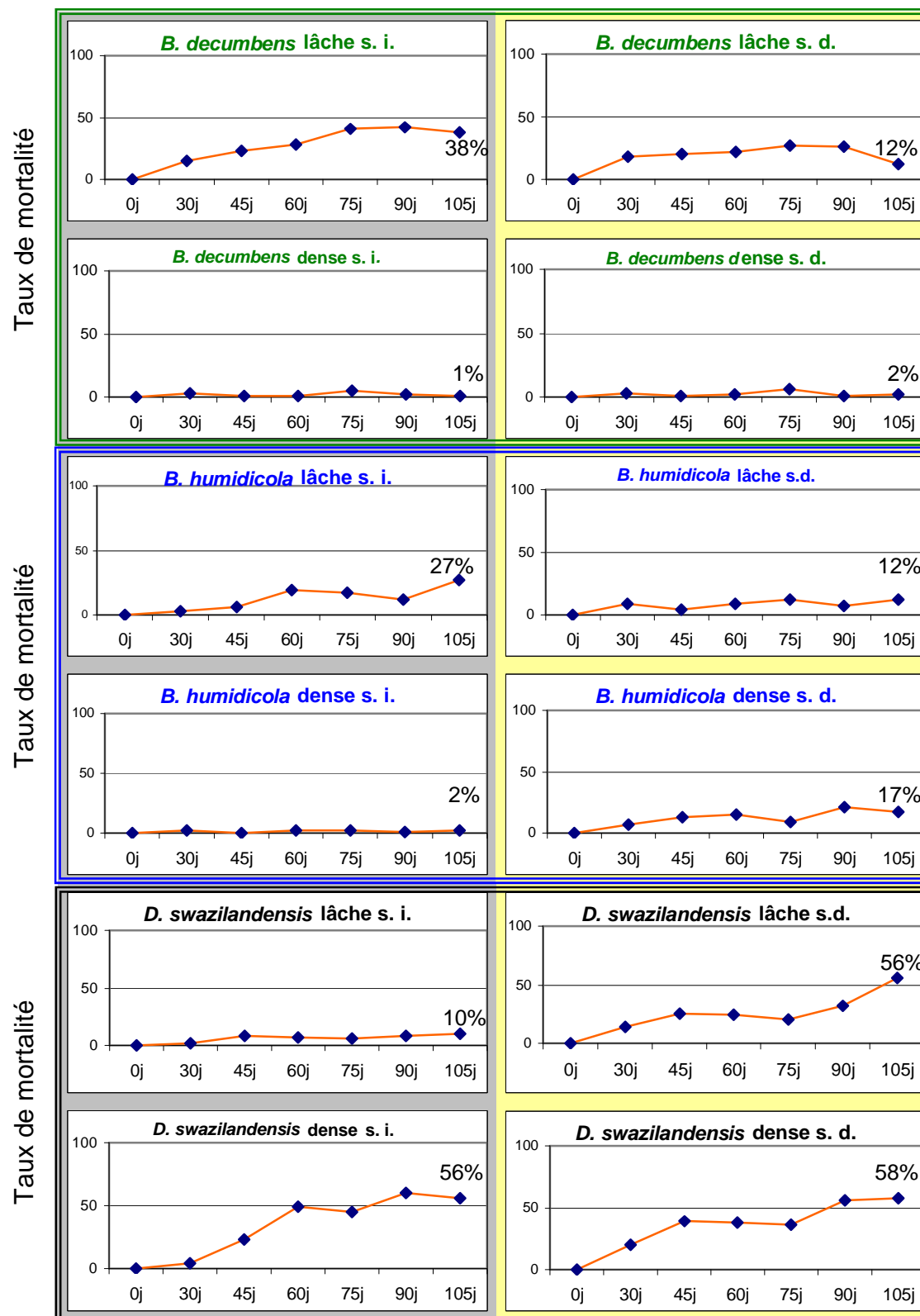
↑
(1)

↑
(2)

Les facteurs étudiés et leurs interactions, indiqués en première colonne à gauche (1), ont d'après ce traitement (brut) un effet significatif sur la mortalité des plantules de *Mimosa pudica*, comme l'indique la dernière colonne à droite (2) et ses valeurs à 0. Toutefois, pour l'interprétation des analyses nous avons noté que le traitement mentionne aussi la présence d'une "sur - dispersion" des données et un diagnostic des résidus non conformes (résidus qui augmentent avec les valeurs ajustées).

Tout en restant donc prudent nous mentionnons, qu'il ressort de l'analyse de cet essai, que les facteurs étudiés ont eu une incidence sur la mortalité ou la survie des plantules. Cependant, il n'est pas possible de généraliser les résultats des effets des différents facteurs testés, il existe une trop grande fluctuation de résultats dans les répétitions.

Pour faciliter notre interprétations des facteurs : espèces et structures, nous avons utilisé des représentations graphiques en courbe et "Boxplot". Ces derniers permettent de visualiser la dispersion des valeurs ajustées (la boîte comprend 75% des individus, le trait blanc représente la médiane). Il s'agit d'un outil exploratoire fin afin d'apprécier les principaux résultats.



s. i. semis immédiat après coupe et homogénéisation du couvert
s. d. semis différé, 15 j après coupe et homogénéisation du couvert

Figure n ° 177 : Courbes de survie de plantules de *M. pudica* sous douze modalités de couverts

Remarque

Certaines courbes reproduites ci-dessus montrent des fléchissements (baisses), à cela deux raisons principales :

- ⇒ Les comptages de plantules ont été réalisés dans des placettes différentes à chaque date de relevés ; ex. celles des 30 j étaient différentes de celles des 15, (Cf. Fig. n°173),
- ⇒ Certains comptages ont été réalisés dans des conditions délicates d'où quelques erreurs dans les relevés (plantules noyées, recouvertes de boue).

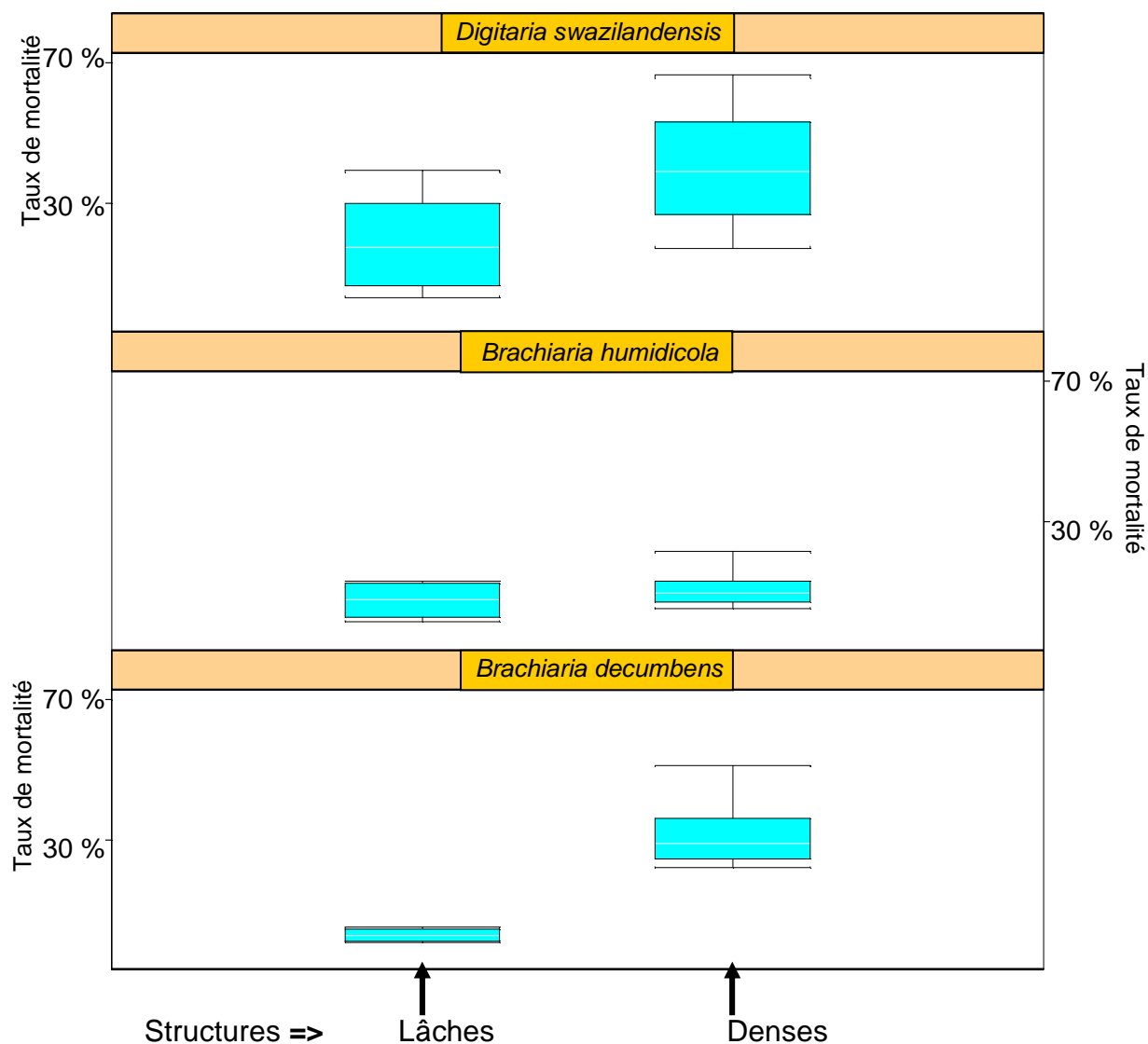


Figure n°178 : Dispersion des valeurs de mortalité de plantules de *M. pudica* sous six couverts fourragers

Les différences entre espèces apparaissent nettement. Pour les structures les différences semblent aussi marquées sauf pour l'espèce *Brachiaria humidicola*. Les plantules de *Mimosa pudica* présentent en effet des taux de mortalité plus élevés sous des couverts denses et épais de *Digitaria swazilandensis* et *Brachiaria decumbens*. Les écarts obtenus entre les structures denses et lâches de ces espèces ne peuvent toutefois pas être qualifiés de significatifs.

Les décalages de dates de semis (immédiatement après le rabattage du couvert ou 15 jours après ce rabattage) n'ont pas, dans nos essais, induits des différences de taux de mortalité des plantules de *Mimosa pudica* dans tous les types de couvert (espèces x structures).

532. Effets d'ombrages et défoliation sur des plantules élevées sous serres

Les données ont fait l'objet d'analyses de variances ou (ANOVA : ANalysis Of Variance) pour déterminer les effets significatifs des différents traitements d'ombrage dans les premiers essais et de coupes / défoliation pour les deuxièmes essais. Les autres variables ont été analysées (la mortalité et taux de floraisons) à partir de relevés réalisés sur l'ensemble des trois séries d'essais. Ces analyses ont consisté à comparer les proportions observées basées sur une distribution normale.

$$P_{obs} - P$$

$$\frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$$

Les différences ont été évaluées au niveau de signification de : $P < 0,05$. Les changements ont été analysés dans chaque expérience. La dynamique de taux est discutée, mais pas montrée pour simplifier la présentation des résultats. Les résultats des ratios "masse / longueur" ne pouvaient pas être statistiquement analysée à cause d'un manque de biomasse, toutefois une valeur moyenne a pu être établie à titre indicatif.

Impact de l'ombrage sur la mortalité et la reproduction des plantules de *M. pudica*

Les résultats montrent que le stade plantule de *M. pudica* est relativement peu sensible pour sa survie à la compétition pour la lumière, excepté pour l'ombrage le plus fort au stade cotylédonaire. (Tableau n° 27). La sensibilité à l'ombrage décroît très rapidement avec le stade de développement auquel la plantule est exposée à l'ombrage. Ainsi, pour l'ombrage le plus élevé, le taux de mortalité chute à 6 % au stade une feuille, mais la plantule reste insensible à l'ombrage au stade cinq feuilles, au moins pendant la durée d'observation.

Tableau n° 27 : Effet de l'intensité de l'ombrage sur les taux de mortalité et de floraison de plantules de *M. pudica* (à trois stades différents).

Ombrage (% flux)	Stade cotylédon	Stade une feuille	Stade cinq feuilles
	Taux de mortalité en %		
Contrôle (60)	3,30	1,10	0,0
27	4,40	2,20	0,0
13	20,56	6,10	1,6
	Taux de floraison en %		
Contrôle (60)	85,00	75,00	87,50
27	37,50	45,00	77,50
13	0,00	0,00	15,00

Dans cette étude nous avons observé aussi que la période de latence entre le moment de mise sous ombrage et la période d'augmentation significative du taux de mortalité est relativement constante et dure environ 32 jours pour tous les traitements (Figure n° : 179). Cette durée est nécessaire pour que les effets du traitement ombrage se manifeste sur la mortalité, quelque soit le stade où le traitement est appliqué.

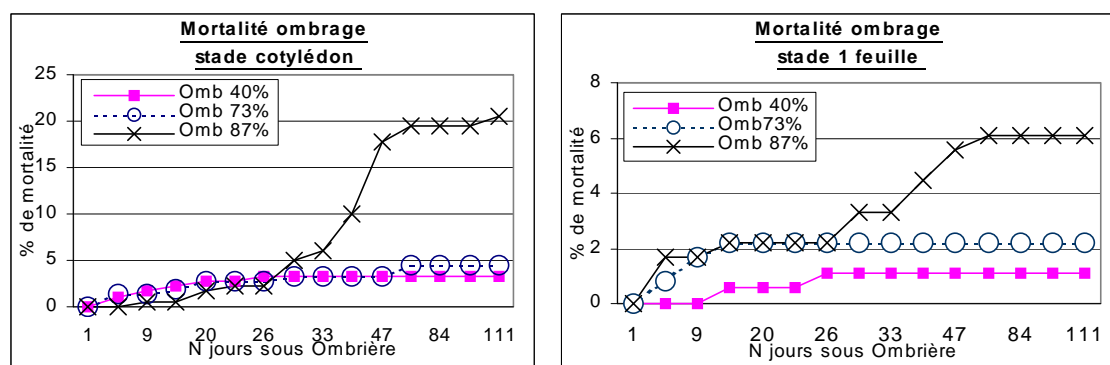


Figure n° 179 : Evolution du taux de mortalité en fonction du temps des plantules soumises à des intensités d'ombrage à des stades de développement différents.

La compétition pour la lumière exercée sur les plantules a un impact plus marqué sur la capacité reproductrice que sur la survie des plantules (Tableau n° 27). La réduction du nombre de plantes qui fleurissent est d'autant plus forte que l'ombrage est élevé et que le traitement est appliqué à un stade précoce (Tableau n° 27). En fin d'expérimentation, le pourcentage de plantes qui fleurissent est d'environ 80% sur le traitement témoin et est au maximum de 15% pour l'ombrage le plus fort.

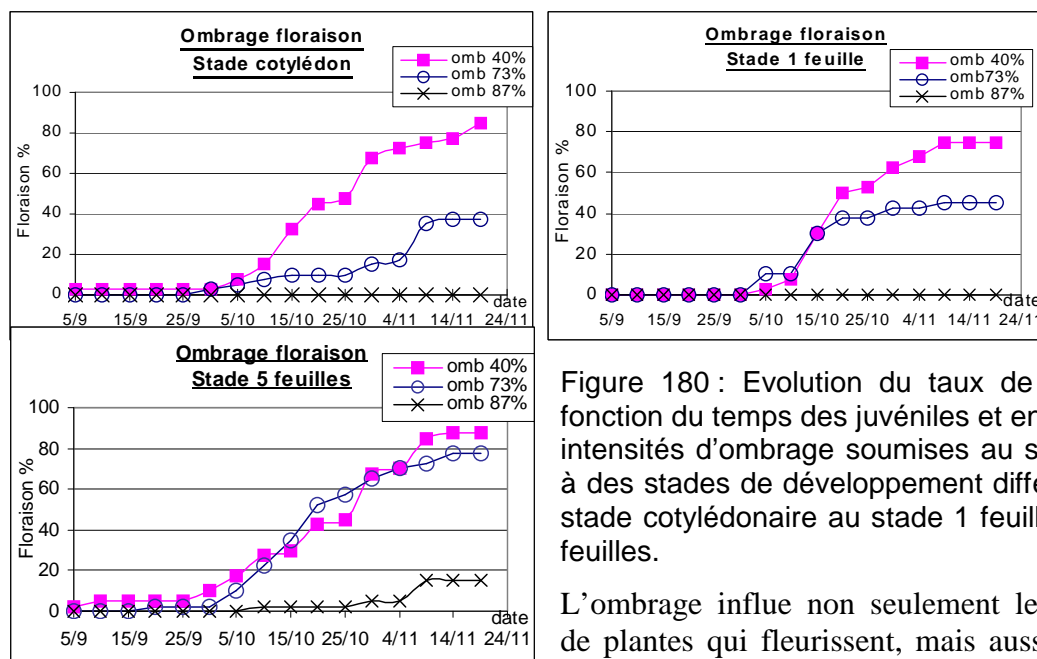


Figure 180 : Evolution du taux de floraison en fonction du temps des juvéniles et en fonction des intensités d'ombrage soumises au stade plantule à des stades de développement différents. (a) au stade cotylédonnaire au stade 1 feuille au stade 5 feuilles.

L'ombrage influe non seulement le pourcentage de plantes qui fleurissent, mais aussi l'étalement de la floraison au cours du temps (Figure n° 180).

Nous notons un accroissement progressif des proportions d'adultes reproducteurs pour tous les traitements, mais sans nette stabilisation de ce pourcentage au cours de la période d'étude. Le traitement d'ombrage intermédiaire retarde la floraison au stade cotylédon (Figure n° 180). Appliqué au stade 1 feuille, c'est le pourcentage de plantes qui fleurissent qui est réduit (Figure n° 180). Les différences entre l'ombrage moyen et le témoin s'annulent pour le stade cinq feuilles.

Effet de la défoliation sur la mortalité et la reproduction de *M. pudica* juvéniles

Aucune mortalité de juvéniles n'a été observée pendant toute la durée de l'expérimentation et ce quelque soit le stade auquel les juvéniles ont été défoliés. Les juvéniles survivent même si la quantité de biomasse prélevée est importante par rapport à la biomasse résiduelle (cas des stades les plus développés), (Tableau n° : 28).

Tableau n°28 : Effet de la défoliation sur la mortalité et la floraison de *M. pudica* juvéniles.

	Hauteur de la défoliation des plants juvéniles			
		cm		
	Contrôle	5	10	15
Taux de mortalité %	0,0	0,0	0,0	0,0
Taux de floraison %	97,8	97,8	86,7	82,2

L'impact de la coupe sur la capacité reproductrice des juvéniles se traduit essentiellement par un effet retard sur la floraison. Ce retard est observé pour tous les traitements et est proportionnel à la hauteur de la plante au moment de la coupe. Le retard maximal observé pour les juvéniles, qui a atteint une hauteur de 15 cm, est d'environ d'un mois. Le pourcentage d'adultes reproducteurs des traitements de coupe au stade 10 et 15 cm se stabilise dans le temps respectivement à 87 et 82 % (Tableau n° 28). Pour le dernier traitement, ce pourcentage est le même que celui du témoin soit 97 %.

Effet de l'ombrage et de la défoliation sur la mortalité et la reproduction des *M. pudica* juvéniles

Seul le cumul de la coupe et de l'ombrage fort au stade plantule cinq feuilles a un effet significatif sur la mortalité des juvéniles qui atteint environ 14% (Tableau n° : 29). La mortalité des juvéniles ombrées au stade plantule 1 feuille puis coupés ne présente pas de croissance significative par rapport à leur mortalité observée sans coupe. La sensibilité de la survie des juvéniles à la quantité de biomasse prélevée semble donc plus importante lorsqu'ils ont été préalablement soumis à un ombrage. La coupe accentue fortement l'effet négatif de

l'ombrage sur la capacité reproductrice des juvéniles hors ombrage (Tableau n° : 29). Pour l'ombrage de moyenne intensité, les pourcentages d'adultes reproducteurs chutent respectivement de 40 et 60 % pour les stades une feuille et cinq feuilles par rapport aux mêmes traitements mais sans coupe (Tableau n° : 29). Pour l'ombrage le plus fort, aucune floraison n'a été observée pour aucun des deux stades testés. Les résultats montrent également une tendance à la stabilisation dans le temps du pourcentage d'adultes reproducteurs.

Tableau n° 29 : Effet de la défoliation après ombrage (plusieurs degrés) sur le taux de mortalité et de la floraison de *M. pudica* juvéniles

Ombrage + défoliation (% flux)	Plantule une feuille	Plantule cinq feuilles
	Taux de mortalité %	
Témoin	1,1	0,0
27	0,0	0,0
13	3,3	13,3
	Taux de floraison %	
Témoin	75,0	87,5
27	6,6	16,6
13	0,0	0,0

Impact de l'ombrage sur la morphologie et le processus de lignification de plantules de *M. pudica*

L'ombrage le plus élevé diminue significativement le nombre de ramifications primaires et secondaires des juvéniles pour tous les stades de développement (Tableau n° : 30).

Tableau n° 30 : Effet de 3 niveaux d'ombrage sur la production de ramification de jeunes plantules de *M. pudica*. Les valeurs dans la même colonne avec des lettres communes ne sont pas significativement différentes à $P < 0.05$.

Ombrage (% flux)	Stade cotylédonaire	Stade une feuille	Stade cinq feuille
	Ramifications primaires – nombre moyen plantules ⁻¹ ±SE		
Témoin	4,4 ± 2,1	4,8 ± 1,8b	5,3 ± 3,0b
27	4,5 ± 1,8	5,7 ± 1,8b	6,9 ± 2,9a
13	0,9 ± 1,0	1,9 ± 1,2c	2,4 ± 2,3c
	Ramifications secondaires – nombre moyen plantules ⁻¹ ±SE		
Témoin	0,07 ± 0,2	0,23 ± 0,9	0,5 ± 1,0
27	0,10 ± 0,4	0,07 ± 0,3	0,5 ± 1,5
13	0,00 ± 0,0	0,00 ± 0,0	0,1 ± 0,7

L'ombrage favorise la croissance en longueur de la tige principale au détriment de son processus de ramification sauf pour le stade cotylédonaire pour lequel l'impact de l'ombrage est trop important pour permettre un allongement de la tige principale ou la production de ramifications. Les ramifications secondaires sont absentes pour l'ombrage de plus forte intensité sauf pour le stade cinq feuilles où elles ne sont présentes que sur un individu. Les différences entre les deux traitements d'ombrage sont difficiles à confirmer étant donné le faible effectif de ramifications. Les changements morphologiques intervenant chez cette espèce en réponse à l'ombrage s'accompagnent d'une diminution très significative de la masse linéique (Tableau n° 31). Les résultats du témoin montrent que le processus de lignification se fait du bas de la tige vers le haut mais plus lentement que la croissance de la tige. Ceci entraîne un degré de lignification plus faible de la partie terminale de la tige principale.

L'ombrage entraîne en même temps qu'une augmentation de la taille de la tige principale une décroissance de la masse linéique sur toute la longueur de la tige. Ce phénomène est d'autant plus important que l'intensité de l'ombrage est forte et que le stade est précoce. A même hauteur sur la tige, les juvéniles du traitement d'ombrage moyen sont significativement moins lignifiées que les juvéniles ayant subi le faible ombrage. Le degré de lignification des ramifications est toujours plus faible que celui des tiges principales. Il est également réduit par l'ombrage.

Tableau n°31 : Effet de l'ombrage sur la lignification des tiges principales et des ramifications de plantules de *M. pudica* à deux stades d'évolution.

La masse linéique moyenne est calculée pour des parties de tiges principales différentes mesurées de l'apex et pour la longueur entière pour des ramifications.
Pour l'analyse de ramifications, les valeurs dans la même colonne avec des lettres communes ne sont pas significativement différentes à $P < 0.05$

	Partie de la tige principal _____ cm _____					Première et secondaire ramifications Nbre. Plte ⁻¹
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	
	Masse linéique _____ mg .cm ⁻¹ _____					
Une feuille % flux						
Témoin	11,16	30,90				4,72
27	6,82	12,20	20,00			3,15
13	2,44	3,27				
Cinq feuilles % flux						
Témoin	10,07	23,58	29,3	46,08		8,88
27	10,20	15,73	20,47	28,16	55,00	6,16
13	4,00	5,45	7,34	10,30	7,54	

Impact de la défoliation sur la morphologie de plantules de *M. pudica*

La coupe modifie significativement le nombre de ramifications d'ordre primaire et secondaire des juvéniles (Tableau n° 32). Ces résultats montrent que plus la biomasse prélevée est importante plus le nombre de ramifications primaires et secondaires nouvellement formées est élevé. Seule une coupe au stade 5-10 cm n'entraîne pas, au moins pendant la durée de l'observation, la croissance d'un plus grand nombre de ramifications d'ordre 1.

Tableau n°32 : Effet de la défoliation à une hauteur résiduelle de 5cm à trois stades juvéniles sur la production moyenne de ramifications.

Les valeurs dans la même colonne avec des lettres communes ne sont pas significativement différentes à $P < 0.05$.

	Hauteur de la défoliation des juvéniles _____ cm _____			
	Témoin	5-10	10-15	15-20
	Moyennes du nombre de plants ⁻¹ ±SE			
Ramification primaire	6,1 ± 2,4a	5,7 ± 1,1a	6,6 ± 1,3ab	6,9 ± 1,0ab
Ramification secondaire	0,2 ± 0,6a	0,5 ± 1,1a	2,6 ± 2,0b	3,7 ± 2,5c

54. Discussions et perspectives

L'ensemble de ces travaux montre la faible vulnérabilité des plantules de *Mimosa pudica*. Les incidences des différents traitements en plein champ comme ceux sous serres (études de l'effet ombrage, de l'effet défoliation et des deux traitements combinés sur les jeunes plantules de *M. pudica*) ne révèlent pas de tendance réellement prononcée. Les effets notés, dans leur ensemble, ne s'avèrent pas nettement significatif sur le plan statistique. Néanmoins, il nous a été possible de souligner certains résultats. Les essais en plein champ et ceux sous serre (pour l'effet ombrage) présentent des niveaux de taux de mortalités enregistrés des plantules de *M. pudica* différents. Certains traitements en pleins champs dépassent les 50 % de mortalité alors que les effets d'ombrage pratiqués sous serre n'engendrent pas plus de 21 % de mortalité.

Les taux les plus élevés enregistrés en plein champ concernent les sursemis effectués dans des couverts de *Digitaria swazilandensis*. Suivant les espèces fourragères constituant les couverts dans lesquels les sursemis de *M. pudica* ont été réalisés nous notons des taux de mortalité différents. Les couverts en *D. swazilandensis* dans trois configurations²⁸⁸ sur quatre dépassent 50 % de taux de mortalité de plantules de *M. pudica*. Ce résultat est à interpréter en tenant compte de la vitesse de croissance des trois espèces fourragères utilisées dans les essais au champ.

D. swazilandensis est l'espèce qui pousse le plus rapidement. Après une coupe d'un couvert de cette espèce, la sénescence des premières feuilles apparaît entre deux et trois semaines (Béreau, 1995). Des trois espèces fourragères de l'essai, *Brachiaria humidicola* est celle qui présente une croissance de ses repousses la plus lente (Artus-Poliakoff *et al.*, 1991 ; Béreau *et al.*, 1992 ; Dias-Filho & Reis de Carvalho, 2000 ; Dias-Filho, 2000). *B. decumbens* a une croissance de ses repousses intermédiaire.

Nos modalités de coupe préalable au sursemis semble avoir eu comme répercussion de différencier l'effet du couvert, sur les mortalités des plantules d'adventices, suivant la rapidité de repousses des espèces fourragères. L'aptitude de *D. swazilandensis* à avoir des repousses rapides qui semblent induire des niveaux de mortalité non négligeables des plantules de *M. pudica* pourrait être un atout pour piloter les pâtures dans des prairies au couvert trop rabattu. De telles prairies se rencontrent notamment en fin de saison sèche (novembre - décembre), ainsi qu'après le passage de lot d'animaux de fortes charges ou de durée trop longue.

Les résultats des essais portant sur l'effet de l'ombrage sur les plantules de *M. pudica*, réalisés sous serre, tendent à souligner que plus les plantules sont jeunes plus elles sont vulnérables en situation de concurrence pour la lumière. Vulnérabilité qui se traduit par des taux de mortalité plus élevés des plantules (20% au stade cotylédonaire, 6% au stade une feuille) et surtout par une forte diminution de leur capacité reproductrice (à trois mois, 85 % des plantules élevées sans ombrage fleurissent ; en revanche seulement 20 % des plantules élevées sous ombrage sévère fleurissent). Par ailleurs, l'enseignement combiné des essais au champ et sous serre (effet ombrage) souligne l'importance de maintenir autant que possible des couverts très ombrants, pour : i) soumettre les plantules d'invasives à une forte concurrence à la lumière dès le stade cotylédonaire ; ii) maintenir des couverts ombrants car la période de latence qui induit de fort niveau de mortalité des plantules est de 32 jours (durée qui s'est révélée comme une constante pour tous les traitements effectués sous serre).

Les effets du couvert, de l'ombrage et des défoliations sur les plantules, ne se traduisent pas seulement par une élévation de leur mortalité. Ils engendrent aussi des altérations de leur croissance et de leur maturité (floraison). Le couplage de l'ombrage et de la défoliation montre même un intérêt pour avoir un impact sur les plantules au stade cinq feuilles. En situation de pâture, pour piloter une défoliation des plantules d'adventices par les dents du bétail, le couvert doit être rabattu assez bas. Cette conduite peut présenter néanmoins un risque d'augmenter l'apport de lumière au sol et donc de favoriser le développement des toutes jeunes plantules (stade cotylédonaire, 1 feuille). Le pilotage de l'herbe après un pâturage bas (ras) se raisonne suivant les espèces fourragères en place (leur vitesse de repousse), les recours en fertilisant (notamment azotés) et les temps de repos.

Les résultats obtenus nous permet de tirer des enseignements, toutefois il s'agit plus d'orientation que de validation. Nous avons évoqué les limites de nos données et nous devons

²⁸⁸ 1) couvert dense et sursemis de semences de *M. pudica* immédiat ; 2) couvert dense et sursemis de semences de *M. pudica* différé de 15 j. ; 3) couvert lâche et sur semis de semences de *M. pudica* différé de 15 j.

aussi tenir compte des aléas rencontrés sur le plan méthodologique, notamment les essais qui ont été réalisés en plein champ :

- ❶ Lors de la préparation des plateformes en plein champ nous avons pratiqué, préalablement aux semis effectués, des rabattages de la végétation du couvert fourrager à une hauteur standard (dix cm) dans les six types de structures retenus (trois espèces et deux structures par espèce). Ce rabattage standard répondait aussi à des préoccupations pratiques pour effectuer les sursemis, les baguages et les comptages. Ce type de préparation n'a pas tenu compte de l'écologie des trois espèces fourragères. Ce point méthodologique nous a empêché d'apprécier de façon significative les effets des couverts sur les plantules et particulièrement ceux à base de *Brachiaria humidicola*. En effet cette espèce après un rabattage (mécanique ou par pâture) ne reconstitue pas rapidement sa biomasse foliaire contrairement à *Digitaria swazilandensis*. *B. humidicola* tend tout d'abord à reconstituer sa biomasse stolonifère (Miles *et al.*, 1996 ; Alcântara et Bufarah, 1999). Ce problème dans la mise en place des dispositifs en plein champ ne nous a pas permis de confirmer les analyses de la "section de résultats" précédente d'où ressortait des relations fortes entre les prairies saines et les couverts fourragers composés de *B. humidicola*.

Les tests réalisés sous couvert de *Brachiaria decumbens* et *Digitaria swazilandensis* présentent toutefois des tendances montrant une plus grande vulnérabilité des plantules de *Mimosa pudica* sous des couverts denses et épais. Sous *D. swazilandensis* nous percevons aussi une plus grande vulnérabilité des plantules de *M. pudica* car cette espèce fourragère à la faculté de produire rapidement des feuilles après une coupe ou un broutage. D'ailleurs cette espèce arrête rapidement sa production foliaire en situation de limitation pluviométrique (saison dite sèche : août – novembre), dès que les pluies deviennent régulières et abondantes cette espèce est la plus rapide à reprendre une production importante de biomasse aérienne et surtout foliaire (Béreau *et al.*, 1992 ; Béreau, 1995).

- ❷ La pluviométrie reçue durant les deux premiers mois de l'expérimentation en plein champ (voir la figure n° 174) a aussi induit de nombreux biais. En effet, lors des fortes précipitations (six > à 40mm⁻¹.j dont un jour à 300 mm) des plantules se sont trouvées noyées, déracinées... soit par l'impact direct de la pluie, soit par le ruissellement, notamment dans les placettes qui pouvaient présenter une micro topographie assez prononcée. D'où des bases de données qui nous ont indiqué lors de leurs traitements la présence d'une "sur - dispersion" des informations et un diagnostic des résidus non conformes (résidus qui augmentent avec les valeurs ajustées).

Des travaux réalisés en milieu contrôlé (sous serre), nous avons noté que les juvéniles de *Mimosa pudica* se sont comportées nettement comme une espèce dominante très adaptée à la compétition. Seule la population de plantules émergeant dans des conditions de forte compétition pour la lumière subit une mortalité qui pourrait ralentir la croissance démographique de cette espèce. Ainsi nous en déduisons que le pâturage, par ses effets directs (prélèvement) ne semble pas pourvoir limiter la survie des plantules de *M. pudica*.

Les effets indirects de la pâture lorsqu'il génère un couvert ombrant augmenterait que faiblement la vulnérabilité des plantules de cette adventice à ses stades juvéniles, sauf dans certaines situations de couverts très denses et épais (qui sont principalement fonctions des espèces fourragères en place). Nos résultats tendent ainsi à démontrer qu'un des aspects de cette aptitude à la compétition est sans doute la forte capacité de survie aux stades très jeunes qui est liée à une vitesse de croissance très rapide.

Nos expériences menées en serre ont donné une bonne simulation de la quantité de radiation reçue par les juvéniles de *M. pudica* sous un couvert fourrager herbacé (d'environ 50 cm de hauteur), avant un broutage. En revanche, après une modification du couvert par une pâture l'ombrage induit des effets plus marqués suivant la hauteur du couvert fourrager résiduel. Pendant cette période (après un passage de pâture) les plants juvéniles ne sont pas soumis à une forte compétition avec la végétation herbacée pour la lumière. Cette période devrait être aussi courte que possible afin de maintenir une compétition marquée pour la lumière. Par ailleurs cette compétition interspécifique dans la couverture herbacée dépend des accumulations de litière végétale et des refus engendré par la pâture. Ces aspects sont des considérations importantes à prendre en compte pour l'étude des plantules d'invasives dans les communautés végétales des prairies (Ryser, 1993).

Les essais sous serres indiquent seulement un effet très léger de la défoliation sur le taux de mortalité des plantules juvéniles de *M. pudica* et sur leurs taux de floraisons. L'effet de l'ombrage se révèle beaucoup plus prononcé que l'effet de la défoliation (surtout pour le niveau d'ombrage le plus élevé). Cet aspect de nos résultats correspond à d'autres recherches qui montrent que la survie et l'établissement de jeunes plants sont principalement contrôlés par l'effet indirect de la pâture qui joue surtout l'effet de compétition à la lumière plutôt que la défoliation (Van Der Wal *et al.*, 2000). Les tests de défoliation ont entraînés une juvénilisation des individus en limitant fortement d'une part la capacité reproductrice des individus et d'autre part la lignification des tiges. Cette juvénilisation présente deux avantages pour le contrôle des populations de *M. pudica*. D'une part elle réduit le taux de fécondité des populations et d'autre part elle augmente l'appétence des individus en réduisant leur vitesse de lignification. Seule la compétition pour la lumière joue ce rôle limitant sur la reproduction. L'ombrage réduit le taux de floraison des individus. Ce fait a aussi été observé par Vila et Terradas (1998) pour l'espèce d'*Ericaceae*. Même si aucun comptage d'inflorescences ou de graines n'a été réalisé, nous pensons qu'il faudrait décliner l'hypothèse que la réduction du nombre d'individus atteignant la maturité sexuelle s'accompagne également d'une réduction des taux de fécondité par individu. Il faudra cependant confirmer que cette réduction de la fécondité peut être permanente pour la cohorte d'individus ayant subi cette compétition ou préciser à quelle vitesse ces individus récupèrent toute leur capacité reproductrice.

De précédents travaux ont montré que le pâturage pouvait aussi agir directement par défoliation sur la reproduction en réduisant le nombre de graines (Bastrenta, 1991). Dans ce cas, la diminution de fécondité est reliée à une réallocation des ressources globalement réduites par la défoliation pour la plante. Un pâturage contrôlé en intensité peut même avoir en contrepartie un effet positif sur la survie des plantes adultes. L'ombrage réduit aussi le ratio "masse / longueur de tiges" et peut ainsi (probablement) augmenter l'appétence des plantules. Ce point a aussi été pour une autre espèce ligneuse (*Calluna vulgaris* ; Iason et Hester, 1993). Ce changement morphologique a été associé à une diminution significative dans la concentration de lignine des plantules. Pour *Carpinus betulus* L., l'ombrage induit une réduction de lignification du xylem secondaire (Maynard et Bassuk, 1996). Nous considérons qu'un changement de la composition chimique doit aussi se passer dans les tiges de *M. pudica* mais cela n'a pas pu être mesuré. La diminution de la lignification par l'ombrage est ainsi un facteur essentiel pour augmenter l'appétence des tiges de plantules qui facilite alors leur consommation à la pâture. Des observations sur le comportement alimentaire des animaux devraient cependant être mises en place pour estimer un seuil de lignification au-delà duquel il y a systématiquement refus de prélèvement sur les tiges de *M. pudica*.

Un autre questionnement induit devrait porter sur la constance de la réduction de la "masse / la longueur des tiges" suivant le degré de compétition pour la lumière et lorsque celle-ci

s'arrête. Cela peut arriver après une fauche ou une pâture qui peut réduire la hauteur de la végétation et ainsi relancer la compétition pour la lumière des juvéniles de *M. pudica*.

Dans les expériences de défoliation, dans les essais menés sous serres, les coupes ont induit une augmentation de la production de branches, sauf quand la coupe intervient après une période d'ombrage. Dans ce cas, les effets cumulés de l'ombrage et de la défoliation ont un impact sur le taux de floraison et la survie des plantules de *M. pudica*. Les interactions entre la compétition pour la lumière et la défoliation peuvent aboutir à la mortalité de juvéniles qui sont capables de survivre en cas de coupe trop haute ou d'une moindre compétition pour la lumière (Blundell et Peart, 2001).

Pour *M. pudica*, la stimulation de la ramification engendrée par une compétition légère à la lumière ou une défoliation directe, réduit le ration : "masse / longueur de tiges" et peut ainsi augmenter la valeur nutritive et l'appétence des plantules individuelles (Magda *et al.*, 2006). Cette consommation de plantules appétantes pourrait avoir deux effets : limiter la reproduction en réduisant le nombre de bourgeons à déterminisme sexué et réduire la durée de vie des individus. Ainsi nous pouvons faire l'hypothèse que seule une consommation répétée dans le temps pourrait par cumul accroître la mortalité des individus. Ce phénomène de mortalité sur le long terme a été démontré par des observations pluriannuelles montrant l'accroissement du taux de mortalité des juvéniles de *Artemisia tridentata* à partir seulement de la deuxième année de pâturage en continu (Owens et Norton, 1990). De même les interactions entre compétition pour la lumière et herbivorie peuvent déclencher la mortalité chez les juvéniles qui survivent par ailleurs à des intensités de défoliation relativement importantes (Blundell and Peart, 2001).



Figure n °181 : Clichés de *Artemisia tridentata* Nutt. (big sagebrush) ; Clichés USDA

Pour conclure, ces travaux spécifiques nous ont tout de même permis d'acquérir des résultats qui indiquent que le pâturage peut ralentir ou la croissance démographique des populations de *M. pudica* dans les prairies. Le pâturage peut se révéler, pour certaines modalités, comme un véritable outil de pilotage et d'entretien des prairies.

Nouveaux questionnements et perspectives

Nous avons déjà évoqué certaines pistes qui mériteraient d'être approfondies afin de mieux saisir les modalités fonctionnelles de vulnérabilité ou d'invulnérabilité des espèces herbacées ligneuses ou subligneuses envahissantes. Les sujets et questionnements que nous trouverions intéressant d'aborder portent sur :

- ✓ Les phénomènes de concurrence racinaire entre espèces y compris les aspects d'allélopathie que certaines espèces fourragères pourraient induire (Wardle *et al.*, 1996 ; Wendy et Callaway, 2004). Lors des manipulations des essais sous serre il a été observé des

variations prononcées de croissance des plants de *M. pudica* suivant la taille des pots, donc de l'espace disponible pour leur système racinaire.

- ✓ Le processus diachronique d'établissement des structures du couvert en fonction des caractéristiques écophysiologiques des espèces fourragères (nous avons commis par exemple une erreur méthodologique dans nos essais de sursemis dans des couverts de *B. humidicola* trop rabattus). Au-delà de ces aspects nous pensons qu'il faudrait avoir recours aux traits fonctionnels écologiques des espèces fourragères et des adventices afin de cerner les relations de voisinage et de compétition entre individus et espèces par l'étude de leurs échanges, flux et fonctions. Travail nécessaire pour modéliser les mécanismes d'évolution de l'hétérogénéité structurale et spécifique dans les parcelles et la dynamique des unités fonctionnelles de la végétation entre stations agroécologiques et parcelles (Cruz *et al.*, 2003 ; Lavoirel *et al.*, 2004 ; Ansquier, 2006).
- ✓ Le comportement alimentaire au pâturage du bétail vis-à-vis de la lignification des indésirables et déterminer les seuils de lignification au-delà duquel les tiges de subligneuses comme *M. pudica* ne seraient plus appétantes.
- ✓ Les périodes clés au cours de l'année et les situations bioclimatiques favorables ou défavorables aux germinations de *Mimosa pudica* et à leur croissance de plantules juvéniles. L'identification des seuils critiques de viabilité des jeunes plantules. En matière de limitation nous avons acquis des précisions. En revanche, sur les excès de lumière nous n'avons pas pu faire de travaux ni sur les variations d'intensité lumineuses, l'incidence de la durée du jour, les variations hydrométriques... Facteurs qu'il faudrait approfondir en fonction des différents types de structures du couvert fourrager.
- ✓ Le développement et l'écologie des jeunes plantules de *M. pudica* devraient faire l'objet d'études plus fines afin de vérifier leur vigueur en fonction de diverses conditions. Les plantules de *M. pudica* sont-elles nettement plus vulnérables lorsqu'elles sont en situation d'étiollement induit par le manque de lumière ? Cette vulnérabilité est-elle réversible si les plantules sont mises en lumière ? (Magda *et al.*, 2001). Il faudrait disposer d'avancées sur la démographie des populations notamment sur l'estimation d'autres paramètres démographiques (taux de survie des adultes, taux de germination, dormance des graines,...) pour réaliser des prédictions plus précises sur l'impact du pâturage et sur le taux de croissance des populations (Magda *et al.*, 2006)..



Figure n°182 : Enracinement d'un plant de *Mimosa pudica* élevé en pot sous serres ;
Cliché B. Gleizes (INRA-Toulouse).

Enseignement pour la conduite du pâturage des prairies tropicales

Sur le plan de l'organisation de la gestion des couverts, compte tenu de la croissance et de la reproduction en continu de *M. pudica*, les pratiques favorables à son contrôle devront être appliquées en permanence et sans interruption. Un relâchement de la conduite du pâturage peut induire une accélération immédiate de la croissance démographique des adventices ligneuses envahissantes et le développement d'un grand nombre d'invasives d'une importante longévité qui exigeront alors des traitements plus lourds (ex. traitements phytocides sélectifs).

L'évolution d'un couvert prairial propre et sain va dépendre de la compétition pour la lumière qui va s'exercer sur les recrues de *Mimosa pudica*. L'importance du facteur compétition pour la lumière impose de gérer en priorité le pâturage pour créer et maintenir des structures stables et denses du couvert de graminées semées ou implantées à l'installation initiale (ou aussi par sursemis, voir même par une intervention de bouturage dans les couverts fourragers déjà en place*) afin d'obtenir et maintenir des structures de couverts prairiaux denses et épais.

* Nous avons par exemple relevé dans nos suivis, des élevages et des parcelles, des pratiques de bouturage de brins de *Brachiaria humidicola* dans des prairies de *Brachiaria decumbens* qui présentaient un début d'infestation par *Mimosa pudica*. Des fractions de stolons et de tiges de *B. humidicola* sont introduits dans des sillons, qui sont réalisés à travers le couvert dans le sol par une simple sous-soleuse à une dent, avec un espacement d'une bouture tous les mètres en ligne et avec un écart de deux mètres entre chaque ligne.

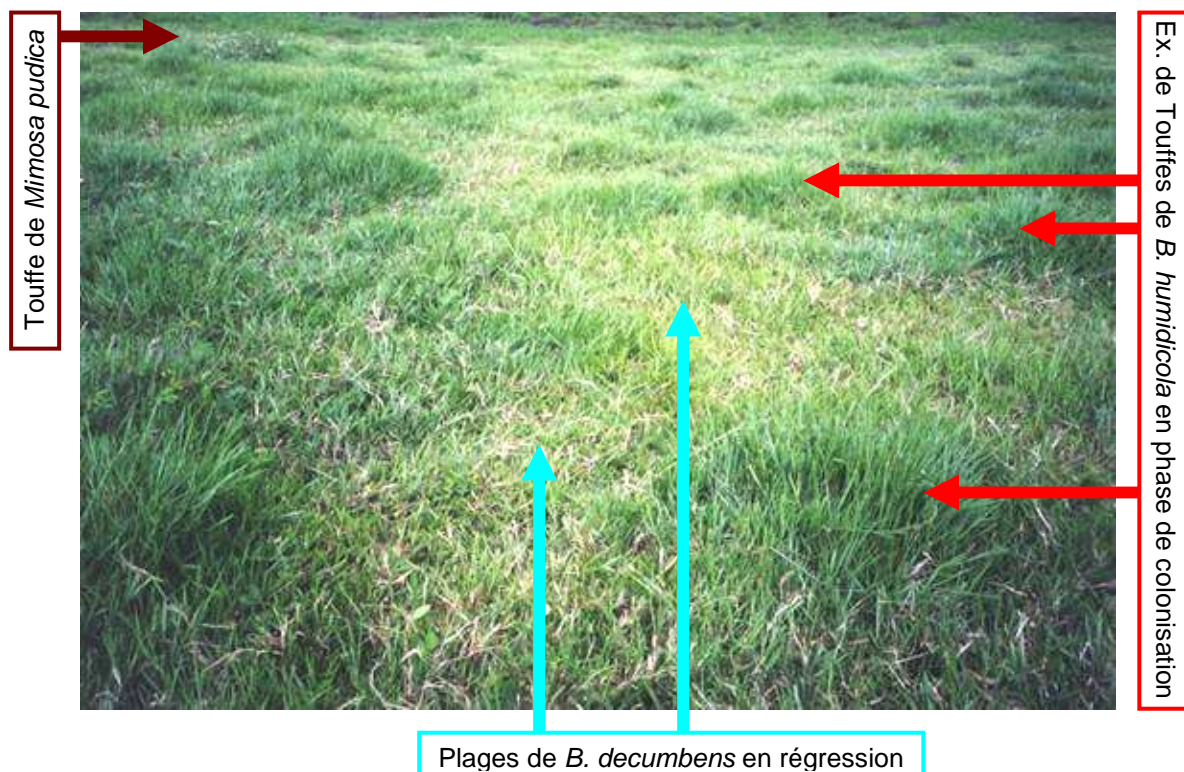


Figure n°183 : Prairie installée en *B. decumbens* restauré avec du *B. humidicola* ; Cliché : J. Huguenin

La nature des espèces à installer doit donc être raisonnée en fonction des modes de fertilisation et des modalités de pâturage. Le pas de temps entre deux passages d'animaux ne doit pas être ni trop court pour éviter l'ouverture du couvert, ni trop long pour éviter la reprise de la floraison et de la lignification des tiges. Un rythme de pâturage approprié devrait pouvoir maintenir une morphologie ramifiée et végétative pour les juvéniles.

L'espèce fourragère la mieux adaptée tant pour sa production que pour le contrôle de *M. pudica* est *B. humidicola*, en raison de sa capacité de créer une structure de couvert prairial dense à cause de ses stolons. Cette espèce suivant la conduite de pâture peut induire des structures denses et épaisses (Huguenin, 2002). Comme nous l'avons indiqué dans la section précédente nos observations *in situ* montrent que les couverts fourragers qui présentent de fortes densité de stolons sont généralement moins envahis que les couverts à faible densité et épaisseurs de stolons et tiges à la base des structures (Cf. la section de résultats précédents : pp. 231-262). Couverts qui se rencontrent fréquemment avec *Digitaria swazilandensis* (notamment quand ces prairies ne sont pas fertilisées en azote) ou *B. decumbens*. Cet ensemble d'études analytiques nous confirme qu'un pâturage approprié devrait être capable de maintenir une morphologie ramifiée et végétative des juvéniles de *M. pudica*. Le couplage des effets de la compétition et de la défoliation a été déjà proposé pour tenter de contrôler certaines espèces (Van Der Wal *et al.*, 2000). Ces travaux montrent que les modes de couplage dans le temps, sont propres aux espèces et à leur réponse à ces deux facteurs.

55. Conclusion

Les juvéniles de *Mimosa pudica* ont montré, dans nos études spécifiques *in situ* ou sous serres, leur niveau élevé d'adaptation à la compétition pour la lumière et leur faible vulnérabilité aux perturbations comme la coupe (défoliation). Nous pouvons néanmoins apporter des éléments de réflexions à notre questionnement qui portait sur le contrôle des adventices herbacées subligneuses, en ciblant particulièrement leurs juvéniles.

Notre hypothèse sur la vulnérabilité potentielle des plantules de *Mimosa pudica* n'a pas été réfutée (au sens de K. Popper). Toutefois, nos validations factuelles se présentent plus comme des tendances. Nous devrions en effet affiner certains points de méthodologie (notamment, pour les essais *in situ*, sur la préparation des placettes de sursemis où il faudrait tenir compte de l'écophysiologie des fourragères en place à rabattre et pour les tests sous serres vérifier les variations d'intensités lumineuses, longueur du jour et les volumes d'empotement) pour tenter d'obtenir des résultats plus significatifs sur le plan statistique.

La sensibilité des plantules de *Mimosa pudica* au plus fort niveau d'ombrage et leurs fragilités en situation conjuguée d'une défoliation après une période d'ombrage sévère, nous permet de conforter les résultats obtenus sur l'incidence des structures des couverts fourragers sur la dégradation des prairies. Ces résultats rencontrent par ailleurs des concordances avec d'autres travaux menés sur des adventices subligneuses de parcours (Blundell and Peart, 2001).

Sur le plan pratique, nous avons obtenu des éléments qui renforcent des règles de gestion des prairies pour faciliter leur entretien. Suivant les terrains, il faut raisonner le choix des espèces fourragères à installer en fonction des rythmes de pâture afin d'obtenir des couverts le plus ombrant possible au sol. Les cadences de pâture (Charges x rotation) doivent être le plus stables possible pour éviter des perturbations dans la "canopée fourragère" de la structure du couvert prairial et assurer une défoliation régulière des adventices juvéniles.

6. Conception et diagnostic des conduites agropastorales des prairies et contrôle des plantes invasives dans les systèmes d'élevage

61. Introduction

Les conduites d'élevage, les pratiques de gestion et de modalités d'exploitation des pâtures, se sont révélées, dans nos études présentées précédemment, comme étant des facteurs ayant le plus d'incidence sur l'état des prairies. Certaines pratiques engendrent une plus grande vulnérabilité du couvert fourrager aux processus d'embroussaillage par des adventices. Inversement, d'autres pratiques semblent renforcer les aptitudes du couvert à "s'autoprotéger" des infestations végétales en ayant des incidences sur leur structure. Ces aptitudes contribuent à renforcer la stabilité et la résilience des agroécosystèmes en maintenant le potentiel fourrager des prairies malgré les perturbations induites par les processus dynamiques des populations d'invasives.

Ces résultats ont été obtenus par croisements et analyses de données recueillies à plusieurs niveaux ^(*) : La station ; la parcelle, l'exploitation et son environnement. Cette prise en compte (et traitement d'ensemble) d'informations à plusieurs échelons était essentielle pour saisir l'évolution de l'état des prairies. Leur végétation résulte de la gestion par l'homme à plusieurs niveaux d'organisation des interactions herbivore/végétation (Balent et Stafford Smith, 1991 ; Blanfort, 1996). Cette considération des pratiques comme facteurs écologiques essentiels, pour contrôler la dynamique de la végétation (les activités de pâturage), nous amène (nous conforte) à assimiler ces systèmes pâturés à des systèmes écologiques au sens large, c'est à dire incluant les activités humaines (Landais & Balent, 1993).

Le pilotage, par des éleveurs, de ces agroécosystèmes a été apprécié à travers leurs "actes & interventions" à plusieurs niveaux (parcelles, exploitations, bassin d'élevage...) et sur leurs interactions entre ces niveaux. Le discernement des faits a tenté aussi de prendre en compte les différentes incidences des actes dans le temps afin d'améliorer notre perception des processus de causes à effets. L'exhaustivité des conséquences est d'ailleurs rarement atteinte. Il est à considérer déjà que de nombreux effets peuvent être non perçus car non attendus et donc non observés (cas fréquent des externalités). Pourtant une pratique (acte/action délibéré) d'éleveur n'est pas fortuite. « *Les conséquences qui découlent de la mise en œuvre d'une pratique résultent des interrelations qui caractérisent le fonctionnement des systèmes considérés à plusieurs échelles d'organisation.* » (Landais & Balent, 1993).

Les choix et les interventions de l'éleveur sur une parcelle, s'inscrivent dans des "systèmes de pratiques". Les conduites de parcelles du territoire d'un élevage sont interdépendantes, notamment par l'organisation des passages de lots d'animaux pour la pâture et leurs rotations. De façon à limiter plus efficacement les risques de dégradation de la végétation, l'éleveur peut être amené à revoir les cohérences de ses stratégies de conduite générale et ses objectifs de production.

(*) Quatre principaux niveaux d'organisation des agroécosystèmes pâturés ont été pris en compte pour nos études :
⇒ La station (sous parcelle) a fait l'objet d'observations sur la végétation, la flore, le sol...
⇒ La parcelle d'où s'enregistrent les charges animales, rythmes de pâture, les interventions d'entretien... ;
⇒ L'exploitation où a été suivi l'organisation (modification, aménagement) du parcellaire, les allotements (conduite des troupeaux, déplacement des lots, organisation de la reproduction)... ;
⇒ L'environnement de l'élevage, pour relever la présence de fourrés d'adventices invasifs (*Mimosa pudica* & *Spermacoce verticillata*) et noter les échanges de bétail avec des exploitations avoisinantes.

Les fortes différences de dégradation des prairies intra et inter élevages, aux caractéristiques structurelles semblables²⁸⁹, nous ont amené à un questionnement sur l'incidence des logiques de gestion globale des exploitations, sur les actes et interventions des éleveurs dans les parcelles. Elles questionnent sur les articulations des décisions et des pratiques entre différents niveaux des systèmes d'élevage, notamment à travers la conduite des troupeaux. Nous avons eu à observer la cohérence fonctionnelle entre le pilotage général du territoire de l'élevage et les pratiques menées dans chaque parcelle. Et nous avons eu aussi à apprécier les logiques, conditions et objectifs d'articulations entre les exigences immédiates (temps court / temps rond) de l'alimentation du bétail et la pérennité des ressources fourragères qui s'inscrit dans le temps long (Meuret, 2006).

« la relation troupeau/ressources, au niveau du territoire pâture, est piloté par un éleveur qui met en œuvre différentes pratiques de conduite du pâturage en fonction des informations qu'il recueille sur l'état des terres de cette relation ». (Hubert, 2004).

Pour traiter de cette problématique nous avons examiné l'organisation des élevages en étudiant tout particulièrement leur gestion de l'adéquation "ressources / troupeaux" en fonction des orientations de l'éleveur en matière de productions animales, de ses objectifs socio-économiques et de ses dispositions²⁹⁰. Nous avons resitué la problématique de la dégradation des prairies dans une démarche holistique par appréciations des objectifs et fonctions des pratiques au travers des saisons (Guérin, 1997).

Notre approche a pris en compte plusieurs points de vue. Notre processus d'appréciation à eu plusieurs étapes qui ont porté sur :

- les parcellaires et ses aménagements²⁹¹ ; Ces aspects apportent des éléments de compréhension, non seulement sur le fonctionnement et l'organisation de l'exploitation, mais aussi sur son histoire et son évolution. Ils renseignent aussi sur les rapports entre les caractéristiques des parcellaires, les pratiques de conduites d'élevage²⁹² (du bétail et des pâtures) et en conséquence sur les conditions d'agencement du territoire,
- les conduites des troupeaux²⁹³ et leurs réajustements ayant pour objet la préservation des prairies. Sur ce point nous avons tenté de savoir comment l'éleveur peut agir ? Par exemple, en réalisant des changements sur : la composition des lots ; leurs répartitions (distributions et réallocations²⁹⁴),
- les objectifs de l'éleveur, en matière de productions animales, en fonction de ses ressources, et aussi de ses perceptions de ses moyens et de ses contraintes ; par appréciation de l'organisation générale et choix stratégiques des élevages.

Dans cette partie, notre question générale de recherche fut la suivante :

Comment se traduisent (se perçoivent et s'analysent) les pratiques d'ajustement et de modification, par l'éleveur, sur l'organisation de son exploitation pour que ses conduites de troupeaux et de pâtures puissent préserver, dans la durée, ses prairies des dégradations ?

²⁸⁹ Taille de l'exploitation, superficie en prairie : > 135 ha STH ; cheptel > 150 Têtes ; organisation basée sur des pratiques : d'allotements, de rotation, de sectorisation du parcellaire.

²⁹⁰ Sur le plan de ses perceptions / représentations et de ses connaissances : savoir, savoir-faire, aptitude sociale à acquérir de l'information).

²⁹¹ Points d'eau, zones de complémentation alimentaire, points d'accès, clôtures, corral...

²⁹² Allotement, secteur parcellaire, assolement des lots, rotation, rythme de pâture...

²⁹³ Leurs allotements suivant les paramètres zootechniques, l'organisation de la reproduction, l'orientation et les niveaux de productions attendus ainsi que l'allocation des lots dans le parcellaire.

²⁹⁴ Suivant les saisons biophysiques (climatique et physiologie végétale), l'évolution physiologique des animaux, la spécialisation de secteurs de pâture inscrit dans du temps long.

Nos hypothèses tendent à considérer que les aptitudes des élevages à trouver et mettre en oeuvre des alternatives de conduites pour contrôler et préserver les prairies, dépendent principalement :

- ↳ de la structuration du territoire de l'exploitation (investissement, aménagement et infrastructure du territoire) et de son cheptel : composition, constitution...,
- ↳ d'impératifs de production que l'éleveur ressent et perçoit comme des obligations et une pression qui portent notamment sur le rythme et le niveau de rendement.

Quelque soit la situation de l'exploitation, sa gestion et ses projets dépendent d'abord des capacités de discernement de l'éleveur qui sont liées à leurs réseaux (Röling, 1991) d'échanges et de communications²⁹⁵. Ainsi sont stimulés auprès des professionnels des processus d'acquisitions d'informations complémentaires aux références des savoirs, savoir-faire et techniques locales (Darré, 1991).

Cette étude, sur l'incidence des pratiques en matière d'agropastoralisme, a émergé et s'est construite dans notre programme général de recherche à partir d'un double constat :

- ♦ Les élevages étudiés présentent de fortes différences de logiques et de vulnérabilité,
- ♦ Des transitions techniques apparaissent liées aux dynamiques sociales et leur incidence sur les représentations que se font les éleveurs de leurs actes et gestion.

Nos travaux dans cette étude ont fait l'objet d'une approche en trois étapes qui ont porté sur les:

- ↳ Territoire/parcellaire ; ↳ troupeaux/allotement ; ↳ stratégies/objectifs de production -
Infrastructures calendrier de reproduction Allocation des lots organisation et rythme

Une lecture d'ensemble a pu, ensuite, mettre en exergue les cohérences de fonctionnement général dans les élevages. Les résultats obtenus ont été appréciés au regard d'autres études (d'autres terrains). Nous avons ainsi pu développer une réflexion sur les conditions jouant sur la préservation des écosystèmes pâturés et leurs facteurs de stabilité. Nous avons aussi tenté d'estimer la pertinence de notre démarche, sa dynamique, dans le processus de construction des référents techniques au sein du fond culturel local commun (Darré, 1991).

62. Repères méthodologiques pour l'étude des systèmes techniques en matière de gestion des pâturages

L'étude des pratiques s'avère incontournable pour apprécier les conditions et logiques stratégiques de conduite des exploitations d'élevage, leurs systèmes techniques et leur évolution. Elle nécessite à la fois des observations directes (par passages réguliers auprès d'élevages retenus dans un réseau de suivis) et des renseignements (explicitations) de la part des éleveurs concernés. Les stratégies et modalités de gestion rencontrées, pour être discernées, demandent aussi d'étudier les processus de décisions des éleveurs concernant leurs pratiques.

621. Pratiques d'agriculteurs, d'éleveurs.

Ni le projet de l'éleveur, « *ni ses objectifs, ni la manière dont il prend ses décisions, ne sont aisés à saisir pour un observateur extérieur* » (Landais *et al.*, 1987). Les projets des producteurs comportent de multiples objectifs hiérarchisés et relatifs à des durées variables (Duru *et al.*, 1988). Pour comprendre les projets des producteurs, nous avons analysé leurs stratégies en procédant à une formalisation cohérente des actions des producteurs (Yung &

²⁹⁵ Entre éleveurs, autres producteurs agricoles et autres agents du secteur d'élevages : Ingénieurs / techniciens, conseillers agricoles, agents technico-économiques, chercheurs...

Zaslavski, 1992). Elles se traduisent par la mise en oeuvre de pratiques sur lesquelles nous pouvions porter une appréciation et une interprétation afin de saisir les intentions des éleveurs, leurs systèmes de décisions. Nous avons eu à les représenter et les considérer en modèles d'actions (Sebillote et Soler, 1990) pour évaluer leur évolution permanente récursive, itérative et adaptative. Ce travail se réalise en ayant aussi recours à des entretiens ouverts, avec les éleveurs, sur leurs projets (motivations, finalités, attentes...). Nous cherchions à *« comprendre comment les éleveurs prennent leurs décisions, à partir de quelles informations et par quelles actions, et pour viser quels objectifs »* (Hubert, 1991).

Le terme de "pratiques" désigne l'ensemble des activités matérielles intentionnelles et régulières que les éleveurs développent dans le cadre de la conduite des processus de production animale (Landais, 1993 ; Hubert, 2004). Les pratiques se distinguent des techniques dans la mesure où : *« si les technologies peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur qui les met en œuvre, il n'en est pas de même des pratiques qui sont liées à l'opérateur et aux conditions dans lesquelles il exerce son métier »*. Ainsi, *« si les techniques sont de l'ordre de la connaissance, les pratiques sont de l'ordre de l'action »* (Teissier, 1979 ; Milleville, 1987 ; Hubert, 2004).

La construction d'un modèle de comportement d'un modèle de l'agriculteur pour l'action. Extrait Hubert (2004) p. 121 : *Les "manières de faire" des éleveurs sont directement observables et elles peuvent être documentées par enquête directe ou par entretien. De même, il est possible de les évaluer et de les caractériser selon différents points de vue qui portent sur leurs modalités (que fait l'agriculteur et comment le fait-il ?), leur efficacité (quels sont les résultats de cette action ?) et leur opportunité (pourquoi fait-il cela ?). Enfin, il semble utile de distinguer l'effet des pratiques, qui se mesure sur les objets directement concernés par les opérations techniques qu'il organise, des conséquences plus ou moins lointaines qu'entraîne l'adoption de ces pratiques (sur la carrière des animaux, sur la dynamique de la végétation, etc.).*

Les pratiques des éleveurs sont ainsi tout à fait centrales quand on se préoccupe des transformations d'un territoire pâturé. Pour nous, les éleveurs sont censés agir avec une certaine rationalité et ne pas se contenter de l'application de « recettes » qui leur serait proposées de l'extérieur. Puisqu'il s'agit de comprendre comment ils prennent leurs décisions, à partir de quelles décisions, à partir de quelles informations et par quelles actions, pour viser quels objectifs, ceci a pour conséquence, de notre part, de respecter une phase d'observation et de compréhension, avant d'identifier une phase de propositions pour l'action et d'éventuelles interventions.

622. Décisions, actions, règles et stratégies

Pour saisir et caractériser les stratégies, il s'avère nécessaire, dans un premier temps, d'identifier et d'expliquer les processus de décisions qui induisent les pratiques (Girard *et al.*, 1994). *« Il ne s'agit pas de reconstruire un modèle de l'ensemble du système [...], mais plutôt de partir des heuristiques mises en oeuvre pour caractériser les principales informations traitées, portant sur l'état du système et qui sont à l'origine des prises de décision d'ordre technique, ainsi que de formaliser ces dernières d'une manière intelligible. C'est ce que nous appelons la construction d'un modèle de comportement pour l'action »* (Hubert, 1994). Cette construction tend, pour les ingénieurs, chercheurs et toutes personnes concernées par les éleveurs, à façonner une représentation de la réalité qui doit rendre compte de ce qui apparaît comme important pour eux dans la conduite de leur système.

Les décisions du producteur doivent être perceptibles par la mise en évidence de cohérences révélées par son comportement. Cette formalisation permet de comparer les stratégies et les pratiques des producteurs et d'identifier des voies pour accompagner et faciliter les ajustements nécessaires (Caron et Hubert, 2000).

Les stratégies ne s'apparentent pas pour autant à des plans préconçus, conscients et finalisés. Nous distinguons les stratégies prévues (ou stratégie délibérée, qu'elles se concrétisent ou non), des stratégies émergentes, lorsque des pratiques apparaissent sans préconception (Mintzberg, 1987). Si les stratégies résultent généralement d'intentions, elles peuvent aussi naître d'actions menées pas à pas, qui, à leur tour, peuvent ultérieurement faire l'objet d'une stratégie délibérée. Stratégies qui dépendent aussi des processus d'apprentissage des producteurs et plus particulièrement de leur aptitude à "*comprendre pour faire et faire pour comprendre*"²⁹⁶.

L'éleveur, comme tout acteur en situation d'incertitudes et dont les sources d'informations sont imparfaites, procède aussi à des pratiques et essais "itératifs - empiriques", triant les résultats afin d'acquérir des solutions satisfaisantes en regard à son propre projet. Solutions qui peuvent être qualifiées de "plus acceptables" que d'"optimales" (Simon, 1997) et qui dépendent aussi des circonstances socialement construites dont l'enseignement des expériences personnelles et celles mutualisées. Nos travaux n'abordent néanmoins pas les capacités d'innovations des éleveurs. Ce thème aurait nécessité d'autres études plus spécifiques. Chauveau (1997) signale à ce propos qu'il faut rester prudent en interprétant les capacités d'initiative et d'innovation des acteurs, car il est fréquent de relever en ce domaine des schémas de pensées (idéologiques) qui peuvent amener à établir des « sur – interprétations » dommageables pour les interprétations finalisées.

La diversité des stratégies des éleveurs, une fois mise en évidence, permet d'effectuer des analyses comparatives d'exploitations d'une même région. Cela permet d'apprécier l'influence du contexte local et les moyens de production disponibles, ainsi que la diversité des choix stratégiques. Il en ressort des prototypes de systèmes d'élevage qui sont établis pour préciser et mieux signaler leurs similitudes et leurs spécificités ce qui met en exergue la façon dont les éleveurs réajustent de manière conjointe leurs finalités et leurs actions sur la réalité. Ainsi s'établit un "autoguide pour l'action", dont la représentation, par le chercheur, peut s'organiser autour d'un ou plusieurs objectifs généraux, d'un programme prévisionnel et des "états - objectifs" intermédiaires ainsi qu'un "corps de règles". Les relations entre décisions et actions de l'éleveur, peuvent relever, selon les opérations techniques envisagées, de règles différentes. Deux principaux types de règles sont souvent déclinés, des règles générales et des règles circonstancielles (Hubert *et al.*, 1993) :

- ⇒ Les premières s'appliquent nécessairement à la satisfaction du projet de l'éleveur ; elles expriment, en opérations techniques concrètes, la construction du système, sur un plan projectif, quels que soient les événements du moment.
- ⇒ Les secondes, au contraire, se manifestent suivant les conditions de perceptions des informations relatives à l'état de certains des éléments du système. elles suscitent conditionnellement des actions, qui connaissent différentes modalités, dont leur mise en oeuvre peut être avancée ou retardée selon les conditions du moment.

La formalisation de ces règles renseigne sur le système de perception et d'information utilisé par l'éleveur dans le processus d'autodiagnostic qu'il met en oeuvre pour réaliser ses différentes opérations techniques. Cette approche permet de déceler les décisions majeures qui rythment la conduite de l'élevage (de l'exploitation) au cours des saisons, au cours de l'année et de repérer les phases finalisées à partir du découpage issu des décisions majeures caractéristiques. La mise en évidence de corps de règles définis à partir de l'observation des pratiques et la formulation de « modèles de comportement pour l'action » permettent de caractériser les stratégies des producteurs (Hubert *et al.*, 1993 ; Caron & Hubert, 2000).

²⁹⁶ Conférence – débat – MCX - H.A. Simon / 2002 sous la présidence de François Kourilsky

63. Démarche de recherche et dispositifs retenus

L'observation des pratiques d'élevage, l'écoute et le dialogue avec les éleveurs sur leurs objectifs (et leurs stratégies) ont été la base de notre partenariat avec le groupement d'éleveurs²⁹⁷ qui nous avait sollicité plusieurs années avant que ne soit commencé le travail de cette thèse. Cette organisation de producteurs avait eu recours, avant même sa création, au CGERG²⁹⁸ et au Cirad-Emvt / Guyane pour sa gestion, la mise en place d'un service d'appui aux éleveurs et l'organisation de ses programmes de "recherche – développement". Ce partenariat avait fait l'objet de conventions par lesquelles le Cirad-Emvt recevait un financement de ce groupement de producteurs. Ainsi nos prestations se réalisaient pour et avec des producteurs qui étaient nos commanditaires directs. Cette situation nous a permis de développer une proximité auprès des éleveurs qui s'est avérée propice pour instruire une démarche fondée sur des réflexions partagées. C'est de ce dialogue direct, dans lequel étaient aussi entièrement impliqué les agents du CGERG, qu'ont été instruits des programmes d'études techniques et pratiques, notamment ceux concernant la gestion des prairies.

« L'étude des pratiques des agriculteurs conduisit rapidement les agronomes et les agroéconomistes à remettre en cause les hypothèses qui sous-tendaient leurs analyses, et notamment les modèles de la rationalité économique des acteurs sur lesquels était fondé la théorie de la décision ». (Petit, 1975).

Nos dispositifs mis en place pour nos études agroécologiques, nous ont permis de recueillir des informations utiles pour examiner les pratiques des éleveurs et l'organisation de leur système d'élevage. Des discussions ciblées, conduites lors des suivis avec les chefs d'exploitation, ont apporté des éléments complémentaires nécessaires pour apprécier les logiques d'articulation (de cohérence) entre les orientations globales des exploitations et les actions pratiquées à tous les niveaux. Ce travail d'analyse a été prolongé par des discussions, lors de réunions d'échanges, entre les porteurs d'enjeux²⁹⁹ ("Stakeholders") du projet général du groupement de producteurs.

631. Choix des observations diachroniques des pratiques

Sept élevages ont fait l'objet de passages répétés à des fins de recueils d'informations relatifs aux systèmes de gestion des exploitations, des dynamiques écologiques et grands modes de fonctionnement des systèmes agro-pastoraux (Gibon, 1981 ; Blanfort, 1996). Ces suivis ont servi initialement à évaluer les effets conjugués des facteurs biophysiques avec ceux des pratiques au niveau des parcelles (Cf. Partie III § 153). Notre travail et démarche chez différents éleveurs, plusieurs années de suite, a permis d'identifier de grandes catégories de comportement, que nous pouvons qualifier de stratégiques, car ils émergent des croisements entre raisonnements rationnels et objectifs visés : ce sont d'abord des "stratégies d'alimentation des troupeaux", c'est-à-dire « l'enchaînement des décisions déterminantes dans l'ajustement entre la conduite du troupeau et l'utilisation des ressources alimentaires mises en œuvre par l'éleveur pour réaliser ses projets de production » (Hubert, 2004).

Notre recherche d'enseignements généralisables à partir de ces sept études de cas soigneusement informés, et ouvertes à d'autres perceptions dans le cadre de notre plateforme "dialogique" entre "Stakeholders" (du groupement de producteurs), s'est révélée plus

²⁹⁷ SEBOG : Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane, groupement de producteurs reconnu par arrêté ministériel (Ministère de l'Outre-Mer et Ministère de l'Agriculture), devenu quelques années plus tard la SCEBOG : la Société Coopérative des Eleveurs Bovins de Guyane.

²⁹⁸ CGERG : Centre de Gestion et d'Economie Rurale de Guyane.

²⁹⁹ Les porteurs d'enjeux sont : le Cirad, le Cgerg et les éleveurs, notamment ceux du conseil d'administration comme Chantal Berthelot (alors trésorière du Sebog), député (2^{ème} circonscription de Guyane) et 1^{ère} vice présidente du Conseil Régional.

appropriée à nos études sur les pratiques que de réaliser une simple revue « statistique³⁰⁰ » de nombreux élevages qui se ferait à partir de quelques paramètres, choisis à priori, à partir de nos critères implicites, comme l'indiquent Legay (1988) et Michell³⁰¹ (1983). Cette démarche se rencontre fréquemment dans des travaux de recherche qui s'intéressent à des construits sociaux comme le sont les "pratiques d'élevage" (Hubert, 1994 ; Caron, 1998 ; Hostiou, 2003 ; Figuié, 2001). En conséquence nous avons réalisé une analyse détaillée des pratiques d'utilisation des surfaces herbagères dans ces sept exploitations bovines allaitantes, ce qui permet d'identifier plusieurs grandes logiques d'utilisation du territoire pâturé.

Les exploitations retenues pour notre étude ont toutes des caractéristiques structurelles importantes (> 130 ha de STH ; > 150 Têtes), pour la Guyane ; Elles suivent des règles de conduites similaires, notamment en matière d'allotement et de rotation et leur production est principalement composée d'animaux destinés à l'abattoir. Pourtant, au-delà de ces similitudes, des stratégies bien différentes régissent l'organisation des unités territoriales, sur les fonctions qui leur sont attribuées, donc aussi sur leurs modes d'exploitation. Par exemple, les producteurs de taurillons jeunes organisent leurs lots d'animaux (leur composition et leur durée) différemment des producteurs de bœufs de trois ans ou plus. Ces types de lots engendrent des choix de parcelles aux fonctions pouvant répondre aux besoins des animaux types.

Tableau n°33 : Caractéristique structurelles des sept élevages ayant fait l'objet d'un suivi

Elevages	STH Ha	Nbr parcelles	Nbre Têtes	Nbre Vach
BC	135 nbr ha	17 nbr parc	154 nbr T	50 nbr V
BSCA	183 nbr ha	30 nbr parc	439 nbr T	133 nbr V
BFC	136 nbr ha	28 nbr parc	332 nbr T	97 nbr V
BR	135 nbr ha	21 nbr parc	202 nbr T	46 nbr V
DP	173 nbr ha	33 nbr parc	309 nbr T	248 nbr V
MJ	374 nbr ha	29 nbr parc	1 323 nbr T	485 nbr V
PM	175 nbr ha	44 nbr parc	467 nbr T	185 nbr V
	1 311 nbr ha	202 nbr parc	3 226 nbr T	1 244 nbr V

632. Repérage des territoires pâturés des élevages suivis

Préalablement à nos suivis et à leurs observations périodiques dans les exploitations d'élevage, nous avons établi des cartes de leur parcellaire. Les relevés des distances ont été réalisés au topomètre et les changements d'orientation ont pu être enregistré en utilisant une boussole à bain d'huile³⁰². C'est à partir de ces données qu'étaient dressées les plans de base des parcellaires (Exemple figure n° : 185).

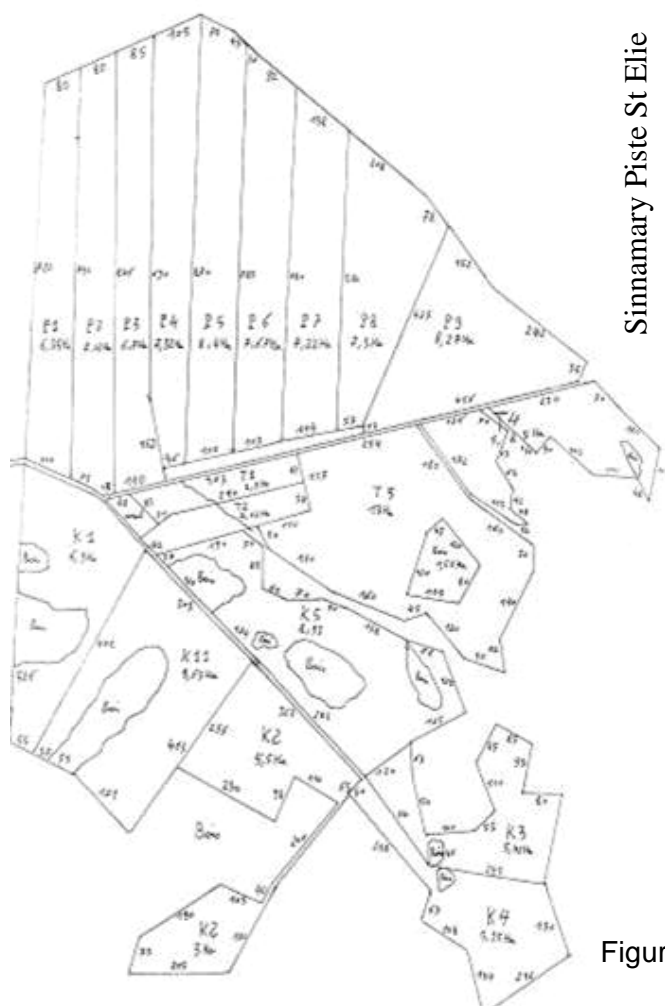
La toponymie, désignée par les éleveurs, était notée sur ces plans de parcellaire. Un seul éleveur sur les sept n'avait pas de désignation fixe et spécifique pour ses parcelles. Dans son exploitation nous avons alors eu besoin de numéroter les parcelles sur le premier plan du parcellaire que nous avons dressé. Plan que nous avons bien évidemment fourni à l'éleveur PM tout en expliquant l'ensemble de notre démarche. Concernant cette situation précise, nous avons une anecdote intéressante et révélatrice des rapports que nous entretenons avec les

³⁰⁰ Un seul travail statistique a été réalisé à des fins prospectives entre des variables caractérisants le territoire pâturés à la parcelle avec l'état des prairies en tenant compte des pratiques employées.

³⁰¹ « La mesure dans laquelle la généralisation peut être faite à partir d'études de cas dépend de l'adéquation de la théorie sous-jacente et de tout le corpus de connaissances apparenté au cas étudié plutôt que de l'exemple particulier en lui-même » (Mitchell, 1983).

³⁰² A l'époque de l'étude, les GPS étaient encore trop peu précis > 200 m et très lent, car sous cette latitude il est plus rare de pouvoir obtenir des coordonnées avec 3 satellites.

professionnels. Au cours de nos premières tournées, lors des discussions avec cet éleveur nous parlions de ses parcelles suivant ses façons de les désigner (« *derrière la colline, au fond, vers le bois...* ») et nous vérifions sur place ou à partir du plan dressé. Quelque mois plus tard, nous avons remarqué que chaque parcelle présentait une pancarte avec son code (code correspondant à ceux du plan réalisé). Cet éleveur avait eu cette initiative non pour simplifier nos suivis, mais plutôt pour simplifier ses pratiques, pour gérer plus facilement les tâches de son personnel et de ses stagiaires. Ainsi notre opération de suivis a amené cet éleveur à utiliser une méthode simple en commun de désignation de lieux sur son territoire.



Sinnamary Piste St Elie



Savane Matiti Macouria

Figures n°184 : Clôtures et délimitation des parcelles de territoires d'élevages

Figure n°185 : Exemple d'un parcellaire de l'élevage BC

Autre Récit illustrant notre posture de recherche en "Etude – Action - Impliquée"

Avec cet éleveur PM, l'appréciation de l'état des prairies, notamment les plus éloignées, a fait l'objet de décision spontanée. En effet, cet éleveur, avant nos suivis chez lui, consacrait moins de temps à son élevage bovin. Il avait investi dans d'importants ateliers de poules pondeuses. Son savoir faire en matière d'entretien des prairies était néanmoins reconnu. Il était un des rares éleveurs à maîtriser, par exemple, le désherbage. Comme il a eu à nous le dire par la suite, « *nos passages l'intéressaient et lui avait redonné goût à voir régulièrement ses parcelles éloignées* ». C'est ainsi qu'il constatât que la végétation de certaines de ses prairies tendait à s'embroussailler. Son manque de surveillance de ces prairies, s'expliquait en partie par son manque de temps et aussi par son âge, environ soixante ans, qui l'avait rendu moins à l'aise à cheval. Moyen qu'il utilisait auparavant plus pour aller faire le tour de tout son territoire. Conscient des inconvénients de cette baisse de vigilance de ses pâtures éloignées, il nous avait informé, lors d'une de nos discussions hebdomadaires qu'il allait « *acquérir un véhicule tout terrain pour renforcer sa surveillance plus aisément et librement* » (sans être tributaire de nos visites). Le fait est qu'il acquit ce type de véhicule dans les mois qui suivirent !

Ce récit illustre l'esprit dans lequel se passaient nos suivis qui pouvaient générer une émulation conjointe. De nos discussions permanentes à apprécier mutuellement des situations, nous avons appris à confronter nos perceptions, nos représentations et nos savoirs. A titre personnel, je crois pouvoir dire que mes connaissances initiales sur les graminées stolonifères, m'ont été apportées par un de ces sept éleveurs dont l'élevage a fait l'objet de suivis.

633. Suivis des lots de bétail et de la gestion des prairies

Les principales mesures enregistrées lors des observations périodiques³⁰³ concernaient le bétail. A chaque passage nous notions la répartition des animaux dans les parcelles et avec l'éleveur (ou un proche) nous répertorions tous les lots du cheptel avec leur effectif. Nous évoquions aussi toutes les interventions réalisées dans les parcelles depuis notre dernier passage (fertilisation, désherbage...). Nous avons adopté quelques termes communs entre les agents de l'équipe de recherche, les éleveurs et autres agents (personnels du Centre de gestion, de groupements, syndicat professionnels...). La répartition du cheptel dans le territoire, était enregistrée dans les élevages lors de nos passages périodiques. Nous notions le nombre et les types d'animaux présents dans chaque parcelle (avec ou sans l'éleveur). La répartition des lots (figure n° 186) était ensuite vérifiée avec l'éleveur et surtout il nous précisait leur évolution démographique.



Figure n°187: Déplacement d'un lot d'animaux guidé par une éleveur à cheval.

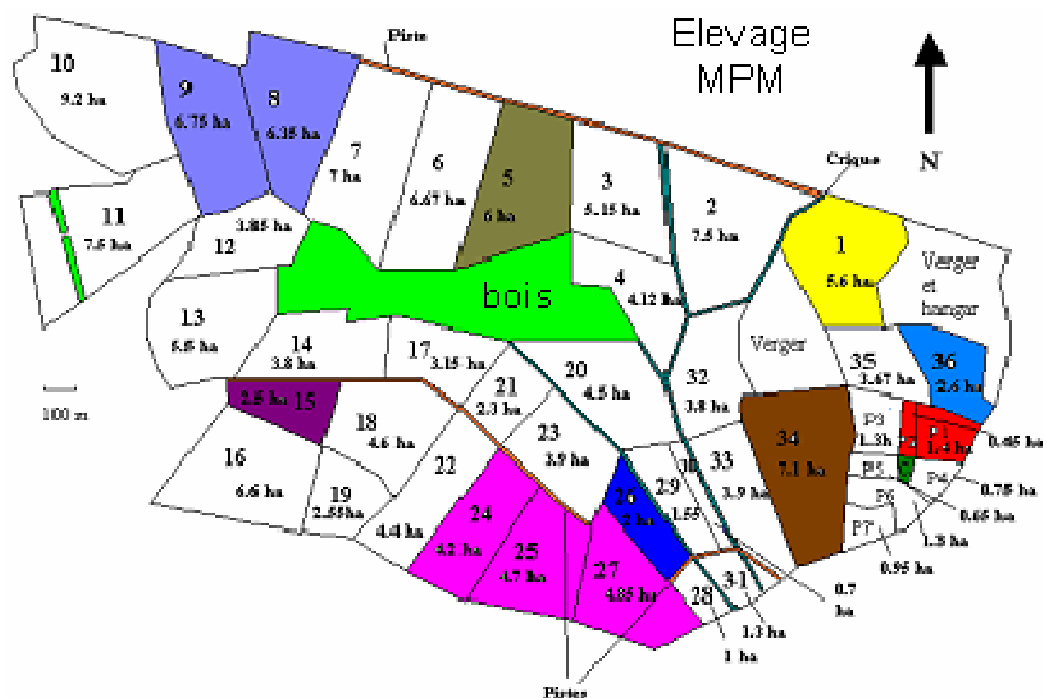
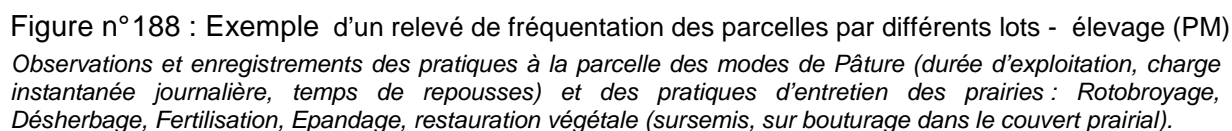


Figure n° 186 : Exemple d'une répartition de lots d'animaux sur le territoire pâturé d'un élevage (PM)

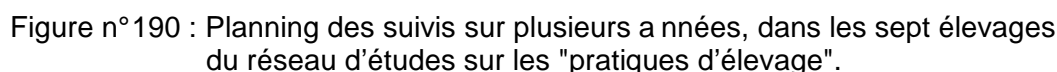
"La rotation du bétail", ou déplacement (fig. n° 187) des lots entre parcelles, était mentionnée à chaque passage en tenant compte des données antérieures. Nous avons utilisé deux types de supports pour croiser les différentes perceptions du déplacement du bétail dans le temps et dans l'espace. Le premier type de support se basait plus sur une représentation géographique où sont inscrit des repères temporaires (fig. n° 188), le deuxième par un chronogramme (fig. n° 191).

³⁰³ Nos passages pour observations dans les élevages étaient hebdomadaires ou bimensuels suivant le rythme de déplacement des animaux dans les exploitations et la durée de mémorisation des éleveurs.

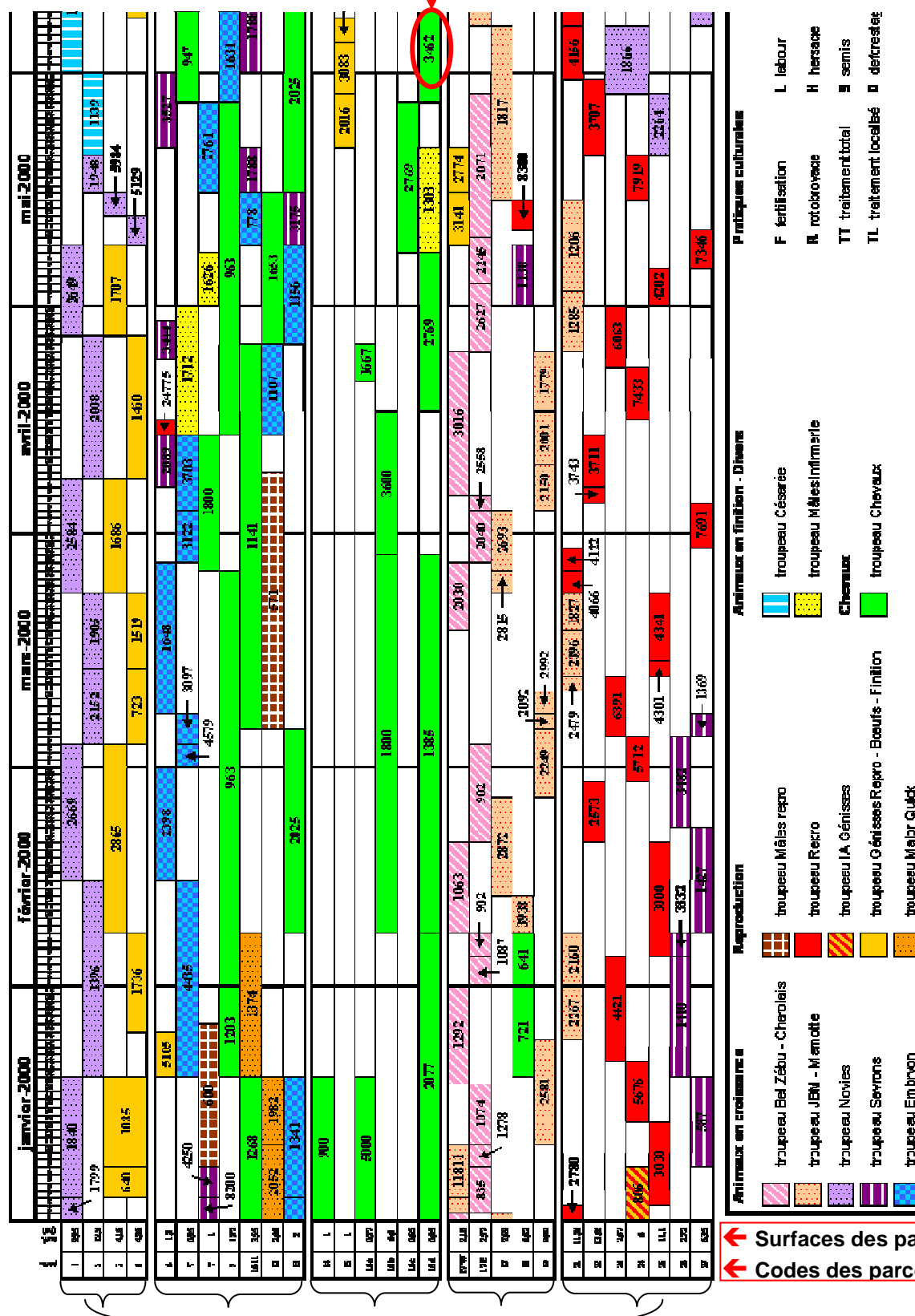


Bar chart showing monthly precipitation (mm) for 1998 compared to the 50-year average. The Y-axis represents precipitation in mm (0 to 700). The X-axis represents months (jan to dec). The legend indicates: Moyenne sur 50 ans (Average over 50 years, light blue bars) and 1998 (Dark blue bars).

Month	Moyenne sur 50 ans (mm)	1998 (mm)
jan	430	480
fev	330	130
mar	370	100
avr	390	640
mai	580	400
juin	440	320
jul	250	180
août	160	110
sep	40	30
oct	50	100
nov	140	130
dec	300	320



Charge instantanée journalière en kg de poids vif.ha⁻¹



Ilots de parcelles en rotation de pâture

Figure n°191

Extrait d'une retranscription d'un suivi de pâture "bétail*parcelle" dans un élevage du réseau (BF)

Ces supports permettent une retranscription commune avec les éleveurs de la conduite de leurs troupeaux. Les charges instantanées indiquées tiennent compte des mouvements d'animaux (déplacements entre lots, introduction d'animaux provenant de l'extérieur de l'exploitation ou départ d'animaux de l'exploitation).

Tableau n°34 : des variables pour les analyses Hill et Smith : Localisation x Etat x Infestation x Caractéristiques géographiques – Entretien – Modalités de gestion (typ.evo) avec les variables suivantes

Type	Code	Variables	Codes	Modalités
Localisation	elevation	Codes élevages	BECA	
			BESC	
			Buffard	
			D_B'Ranch	
			Ducat	
			Mornand	
			Porineau	
Etat du couvert	CS.Bh	Contribution spécifique de <i>Brachiaria humidicola</i>		
	CS.Ds	Contribution spécifique de <i>Digitaria swazilandensis</i>		
	CS.Br	Contribution spécifique de <i>Brachiaria ruziensis</i>		
	CS.Bb	Contribution spécifique de <i>Brachiaria brizantha</i>		
	CS.Bd	Contribution spécifique de <i>Brachiaria decumbens</i>		
	CS.leg	Contribution spécifique des légumineuses fourragères		
	CS.four	Contribution spécifique de toutes les espèces fourragères		
Etat d'infestation du couvert prairial	CS.Mp	Contribution spécifique de <i>Mimosa pudica</i>		
	CS.Sv	Contribution spécifique de <i>Spermacoce verticillata</i>		
	CS.Cyp	Contribution spécifique de <i>Cyperacea spp.</i>		
	DEG	Degré de dégradation		
	SAL	Degré de salissement		
Caractéristiques géographiques	prox	Proximité des bâtiments	ITB	Bâtiments près de la parcelle
			ITO	Pas de bâtiments
	visib	Visibilité de la parcelle	ITV1	Facilement visible (bord de route)
			ITV2	Moyennement visible
			ITV3	Peu visible
	eloign	Eloignement	ITE1	Peu éloignée
			ITE2	Moyennement éloignée
			ITE3	Très éloignée
	access	Accessibilité	ITA1	Facile d'accès
			ITA2	Pas facile
			ITA3	Peu facile
	H2O	Eau	ITH0	Pas de point d'eau
			ITH1	Point d'eau
	STH	% de la surface de la parcelle / à la surface toujours en herbe de l'exploitation		
	Surf	Surface en ha de l'exploitation		
Entretien Direct	ferti.N	Fertilisation azotée	N_0	Pas de fertilisation azotée
			Nli	Fertilisation azotée par épandage de lisier
			N_3	Fertilisation azotée par apport d'engrais 3*17
	ferti.PK	Fertilisation en phosphore et potasse	PK0	Pas de fertilisation en PK
			PK1	Fertilisation en PK par apport d'engrais 3*17
			PKd	Fertilisation en PK par divers engrais
	ph.nat	Phosphore naturel	P_1	Ajout de phosphore naturel
			P_0	Pas d'ajout
	roto	rotobroyage	R_0	Pas de recours au rotobroyage
			R_1	Recours au rotobroyage mécanique 1 fois par an dans la parcelle
			R_2	+ d'1 fois par an
			Rma	Rabattage régulier manuel
	desherb	Désherbage par herbicides	H_0	Pas d'herbicide
			Hlo	Herbicide localisé
			Hpl	Herbicide en plein
Modalités et indicateurs de gestion de pâture	typ.evo	Profil de pâturage depuis le début des suivis : modalités 1 à 9		
	type.surf	Type de surface	sv	Surface variée
			sf	Surface fixe
	ch.tot	Charge globale en kg de poids vif par ha et par an		
	ch.inst.moy	Moyenne des charges instantanées en kg de poids vif par ha et par jour		
	dur.rep.moy	Durée moyenne des repousses en jour par parcelle		
	dur.sej.moy	Durée moyenne des séjours en jours par ha		
	nb.j.pat	Nombre de jours de pâturage par ha et par an		

Toutes ces informations obtenues des parcellaires et des suivis nous ont permis de modéliser des logiques de fonctionnement et d'organisation du troupeau suivant les objectifs de production de l'éleveur. Nous avons représenté l'évolution des agencements concernant les allotements. Leur dynamique de composition, mise en calendrier, donne des informations sur les fonctions attribuées aux différents lots d'animaux et sur les pratiques dont ils font l'objet.

634. Etude de l'effet de l'organisation/aménagement du territoire

L'aménagement du territoire de chaque exploitation nous informe sur l'histoire de l'élevage (choix et contraintes rencontrés au cours du temps). Il conditionne les conduites en cours du bétail et des prairies. Au-delà de son incidence sur les modes d'organisation, il entre aussi comme un paramètre lourd sur les ajustements et évolutions que souhaiterait engager les éleveurs. Hormis l'aspect factuel, il intervient aussi sur la perception qu'à l'éleveur de ses propres marges de manœuvre et contribue également à son positionnement social.

L'analyse spatiale a eu recours à des projections d'unités du parcellaire par l'établissement de prototypes de combinaisons de parcelles en "îlots de parcelles" qui tiennent compte des lots d'animaux qui les pâturent ainsi que des propriétés des prairies des îlots au cours de l'année (effet saisons). Les formes d'agréations des parcelles fournissent des éléments d'informations sur les différentes méthodes de gestion des ressources, notamment sur les prises de risques en matière de disponibilité des ressources en toutes périodes (avec pour exemple l'attribution ou non de parcelles - prairies tampons aux îlots). Elles renseignent aussi sur les rythmes de rotation recherchés suivant les lots à partir du nombre de parcelles par îlot (en tenant compte des couverts fourragers en place).

Avec l'aide des parcellaires, comme support de discussion, nous avons retracé l'évolution de la mise en valeur des territoires d'élevage avec leur organisation. L'emplacement des clôtures, par exemple, évolue. Pour l'illustrer, la taille des parcelles a eu tendance à augmenter. Dans les années 1970, il était recommandé de travailler avec des parcelles de 1 à 2 ha afin de pouvoir effectuer des rotations rapides. Pour des raisons principalement de coûts (2 € le mètre linéaire) et d'allègement des charges de travail (surtout en ralentissant les rythmes de déplacement des troupeaux), les tailles des parcelles, dès les années 1980, ont dépassé les 3 ha avec même un "basculement", dans certains élevages, de plus de 10 ha. Puis à partir des années 1990 les évolutions ont été en tous sens, certains élevages qui avaient fortement augmenté la taille de leurs parcelles (> 10 ha) les ont re-diminuées.

Le recueil et l'examen d'informations portant sur l'aménagement des territoires des exploitations d'élevage avaient pour objet de tester la possibilité de relations fortes avec l'état des prairies. Nous supposons (hypothèse ciblée) que certaines configurations du territoire pouvaient plus ou moins faciliter l'organisation du travail, l'entretien de prairies. Parmi les éléments que nous supposons sensibles, figuraient les points d'abreuvement. Les parcelles n'ayant pas de point d'abreuvement en saison sèche devaient connaître des modifications de mode d'exploitation ainsi que les parcelles adjacentes (qui se doivent parfois d'accueillir plus d'animaux en période sèche).

Les discussions sur « *l'espace foncier* » devenu territoire d'élevage » ont donc porté sur :

- ⇒ Les clôtures et taille des parcelles,
- ⇒ Les bâtiments (corral, hangar, habitation), distances, accessibilités par rapport aux parcelles,
- ⇒ Les parcelles, leur visibilité et accessibilités de la piste la plus proche,
- ⇒ Les points d'abreuvements permanent/temporaire (interne ou externe aux parcelles),
- ⇒ Les îlots de pâturage, parcelles permanentes ou d'appoint,
- ⇒ Les accès entre parcelles et des parcelles aux piste(s) extérieures,
- ⇒ Le maillage des pistes,

Ces caractéristiques ont été codées (Cf. tableau n° 34) et entrée dans des bases de données afin de les traiter pour apprécier leurs incidences (poids - contributions) sur l'état des pâtures. Des analyses biométriques ont donc été réalisées avec les variables sur la végétation et la flore. Pour tenir compte des interactions avec d'autres facteurs, nous avons croisé cette base de données avec des variables concernant les conduites des animaux à la pâture et les modes de gestion des prairies. Les analyses ont été réalisées pas à pas pour permettre une interprétation progressive.

Groupes et étapes d'analyses multivariées réalisées

1 ^{ère} étape	<ul style="list-style-type: none"> → Codes élevage X état du couvert herbacé fourrager → Codes élevage X Etat du couvert herbacé fourrager X Etat d'infestation du couvert prairial → Codes élevage X Etat du couvert herbacé fourrager X Caractéristiques géographiques → Codes élevage X Etat d'infestation du couvert prairial X Caractéristiques géographiques → Codes élevage X Etat d'infestation du couvert prairial X Modalités et indicateurs de gestion de pâture → Codes élevage X Etat du couvert herbacé fourrager X Etat d'infestation du couvert prairial X Modalités et indicateurs de gestion de pâture
2 ^{ème} étape	→ Codes élevage X Etat du couvert herbacé fourrager X Etat d'infestation du couvert prairial X Modalités et indicateurs de gestion de pâture X Caractéristiques géographiques
3 ^{ème} étape	<ul style="list-style-type: none"> → Codes élevage X Caractéristiques géographiques X Entretien direct → Codes élevage X Etat d'infestation du couvert prairial X Entretien direct → Codes élevage X Etat d'infestation du couvert prairial X Caractéristiques géographiques X Entretien direct
4 ^{ème} étape	→ Codes élevage X Etat d'infestation du couvert prairial X Entretien direct X Modalités et indicateurs de gestion de pâture
5 ^{ème} étape	→ Codes élevage X Etat d'infestation du couvert prairial X Caractéristiques géographiques X Entretien direct X Modalités et indicateurs de gestion de pâture
6 ^{ème} étape	→ Codes élevage X Etat du couvert fourrager x Etat d'infestation du couvert prairial X Caractéristiques géographiques X Entretien direct X Modalités et indicateurs de gestion de pâture

Cf. les Contributions des variables de l'AHS : Localisation – Etat – Infestation en annexes

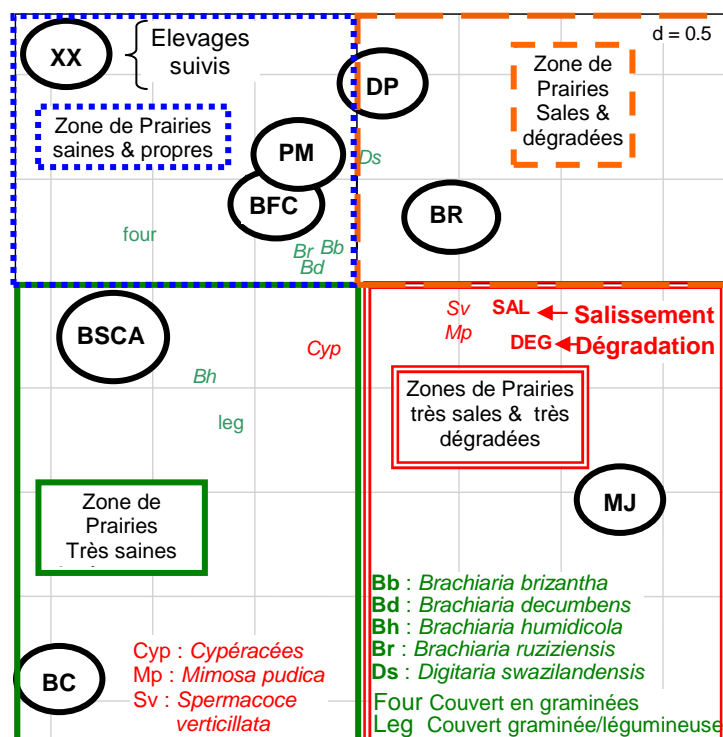
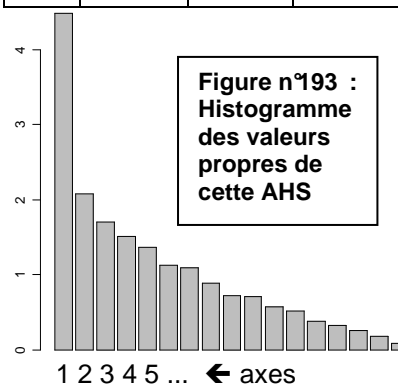
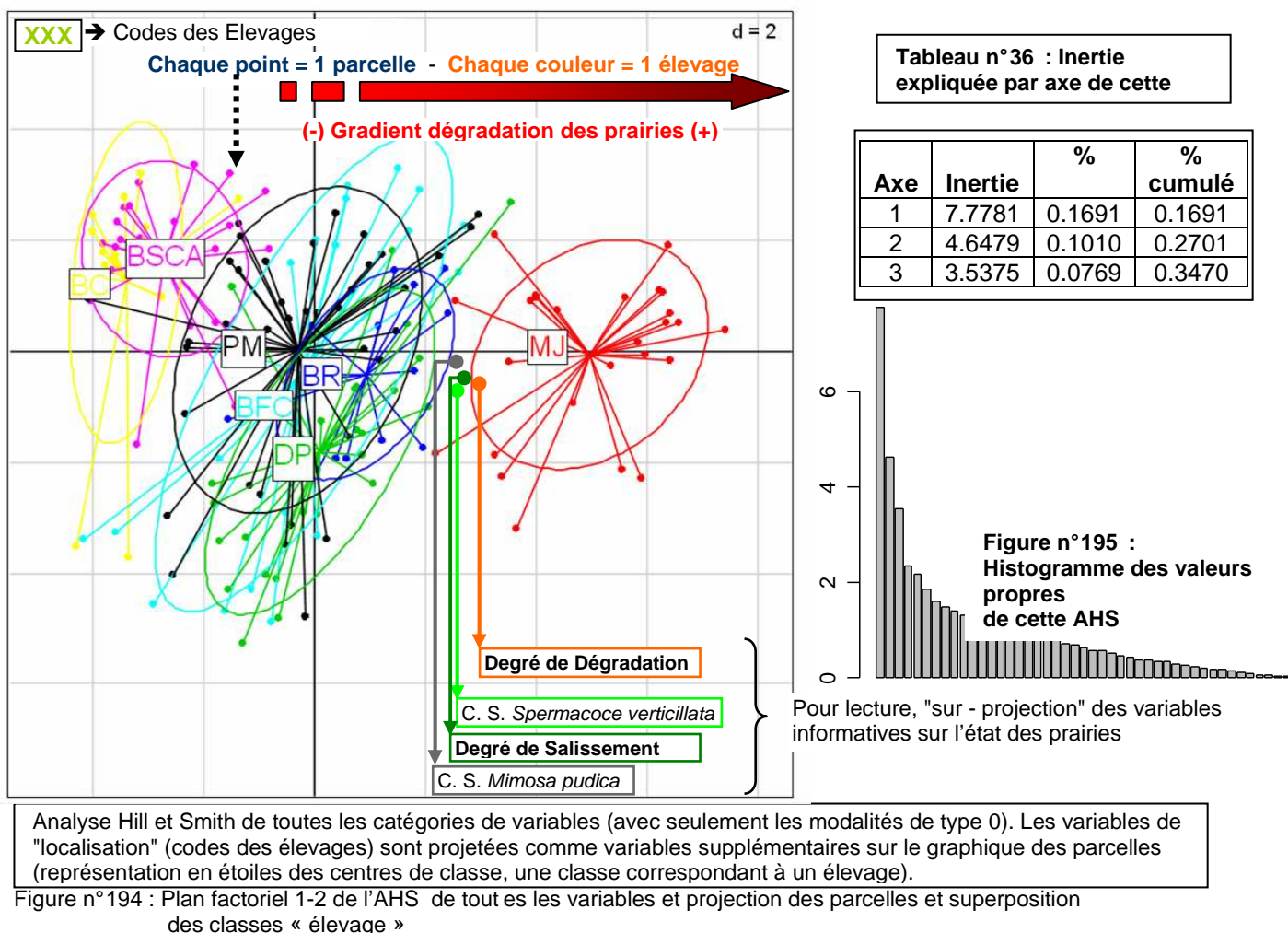


Fig. n°192 : Plan factoriel 1-2 de l'AHS, Projection des variables : appartenance des parcelles x caractéristiques de la végétation

Tableau n°35 : Inertie expliquée par axe (AHS localisation – état – infestation)

Axe	inertia	ratio	ratio_cum
1	4.4775	0.2487	0.2487
2	2.0712	0.1151	0.3638
3	1.7072	0.0948	0.4587
4	1.5132	0.0841	0.5427



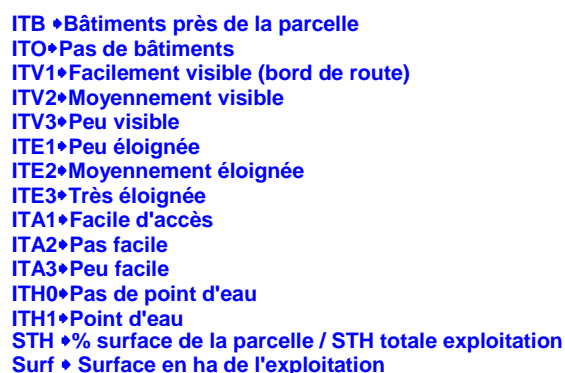
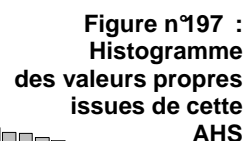
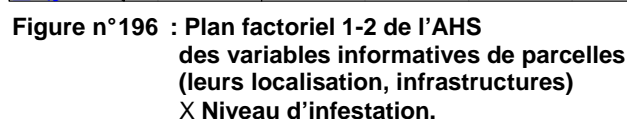


64. Résultats sur les facteurs de choix des pratiques et leurs effets sur les fonctions périodiques des prairies et leur longévité

Dans la figure n°192, nos sept élevages se discriminent nettement à partir de leurs parcelles avec leurs variables sur le couvert fourrager et l'état des prairies. Cette projection d'une analyse multifactorielle Hill & Smith présente les codes des élevages qui sont distribués en "V" inversé dans les quatre parties du plan 1-2. Ce travail d'approche biométrique exploratoire projette chaque code d'élevage comme épicycle de leurs parcelles distribuées à partir des variables croisées, Cf. figure n° 194. Dans cette présentation (où toutes nos variables Cf. tab. sont croisées), les écarts entre parcelles d'un même élevage (et avec leur épicycle) se révèlent faibles particulièrement dans deux élevages qui s'opposent nettement dans la projection factorielle (BSCA & MJ). La répartition des sept élevages dans cette analyse exploratoire confirme la pertinence de notre échantillon et donc de nos études sur les logiques d'élevages, leurs constructions et leurs modes de conduites du bétail et de leurs ressources prairiales.

641. Enseignement de la lecture du territoire

Des relations se révèlent entre l'état du couvert prairial et certaines caractéristiques de structures et d'infrastructures des parcelles. Certaines hypothèses se confirment, notamment celles qui permettent à une parcelle d'être facilement et fréquemment observée par l'éleveur (volontairement ou non) et ainsi de bénéficier d'une plus grande surveillance et vigilance. Caractéristique qualifiée de "visibilité" qui dépend de l'éloignement et de l'accessibilité des parcelles. Les prairies éloignées mais aussi peu visibles de loin et/ou peu accessibles connaissent les degrés les plus élevés de dégradation et de salissement par des adventices. L'accessibilité rend compte de l'éloignement ainsi que des conditions d'accès proprement dit aux parcelles : pistes ou non, nombre de barrières à passer, praticabilité du chemin d'accès suivant les saisons.



Les moyens d'accès pour la surveillance des prairies dépendent de la localisation des parcelles, de leurs infrastructures et de leurs aménagements. Les éleveurs se rendent dans les pâtures ou à leurs alentours par divers moyens : à pieds, cheval, moto, quad, voiture, tracteur...

Selon les moyens utilisés les types et les qualités d'observations diffèrent. Ces moyens de locomotion peuvent influencer le regard porté aux animaux et/ou la végétation. Un de nos éleveurs suivis, qui était très soucieux d'éviter toute apparition d'invasive, avait prit pour habitude de marcher pied nu dans ses prairies. D'après lui cela permettait de détecter facilement certaines espèces adventices et notamment *Mimosa pudica* qui présente des épines !

.....

Les parcelles suivies des 7 élevages étudiés sont projetées dans ce plan factoriel les codes des parcelles ont une couleur attribuée par élevage : **BC BSCA DP BFC PM BR JM**

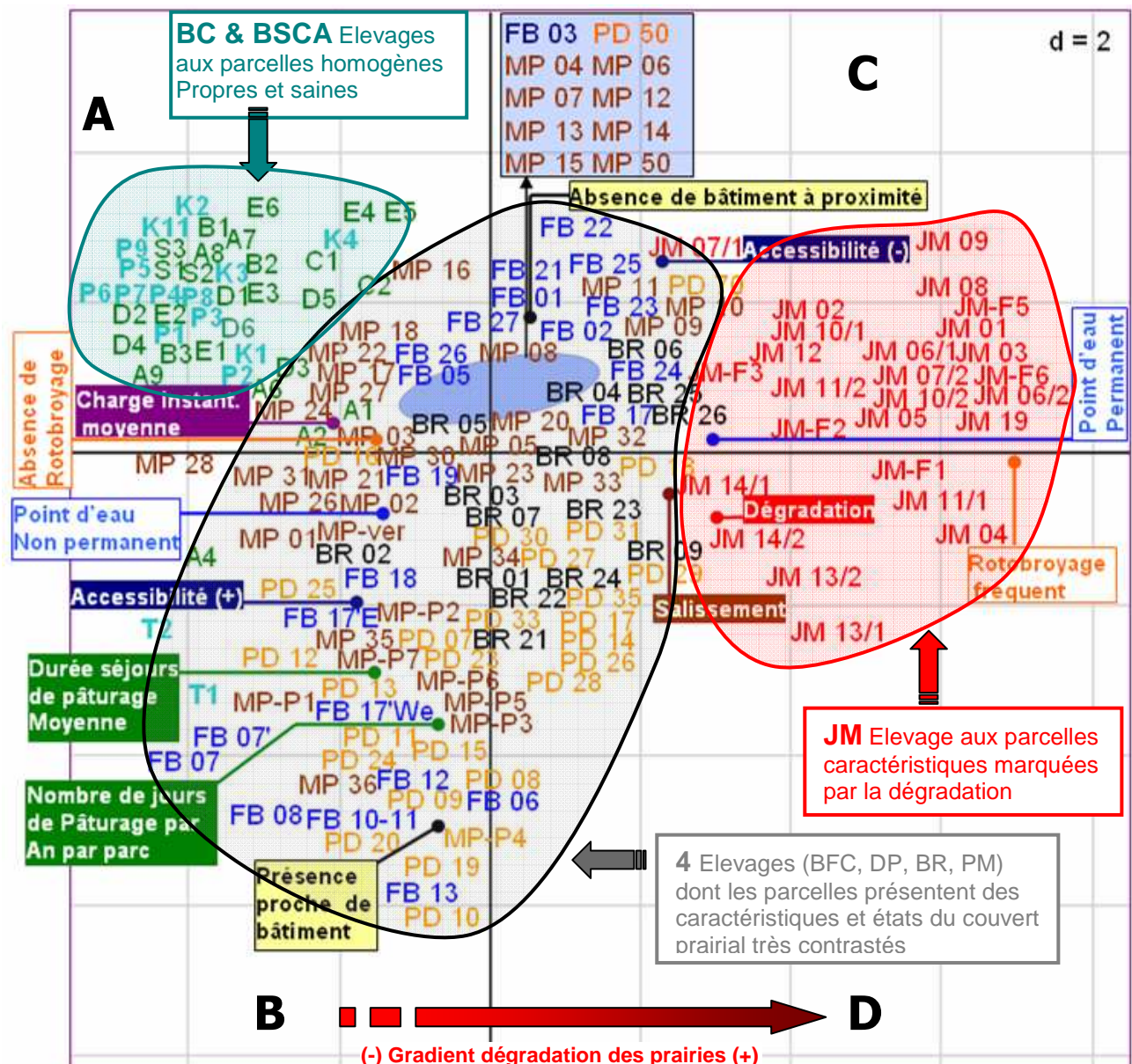


Figure n° 199 : AHS GI (toutes variables) Projection n des parcelles avec signalisation de leur élevage et leur rattachement à un groupe les caractérisants.

Cette approche biométrique nous a tout d'abord permis de renseigner des interrogations triviales comme celles sur l'incidence de l'accessibilité, de l'éloignement et de la visibilité des parcelles sur l'état des prairies.

Les parcelles éloignées, guère visibles et accessibles sont souvent les plus infestées. Au-delà de la confirmation de constats pouvant sembler évidents, nous pouvons souligner l'importance d'infrastructures comme les pistes et l'accès aux parcelles donnant directement sur une piste. Ces parcelles desservies par une piste se révèlent moins dégradées. L'analyse des projections factorielles de toutes les parcelles indique que les parcelles accessibles après avoir traversées une ou plusieurs autres parcelles ont des couverts plus sales et dégradés.

Les parcelles qui ne disposent pas de point d'abreuvement permanent, notamment en périodes sèches, présentent des couverts non fourragers le plus souvent peu altérés. En revanche, de nombreuses parcelles qui disposent de points d'abreuvements permanents, révèlent des couverts nettement dégradés (Cf. figures n° 198 & 199).

Les parcelles suivies des 7 élevages étudiés sont projetées dans ce plan factoriel les codes des parcelles ont une couleur attribuée par élevage : **BC BSCA DP BFC PM BR JM**

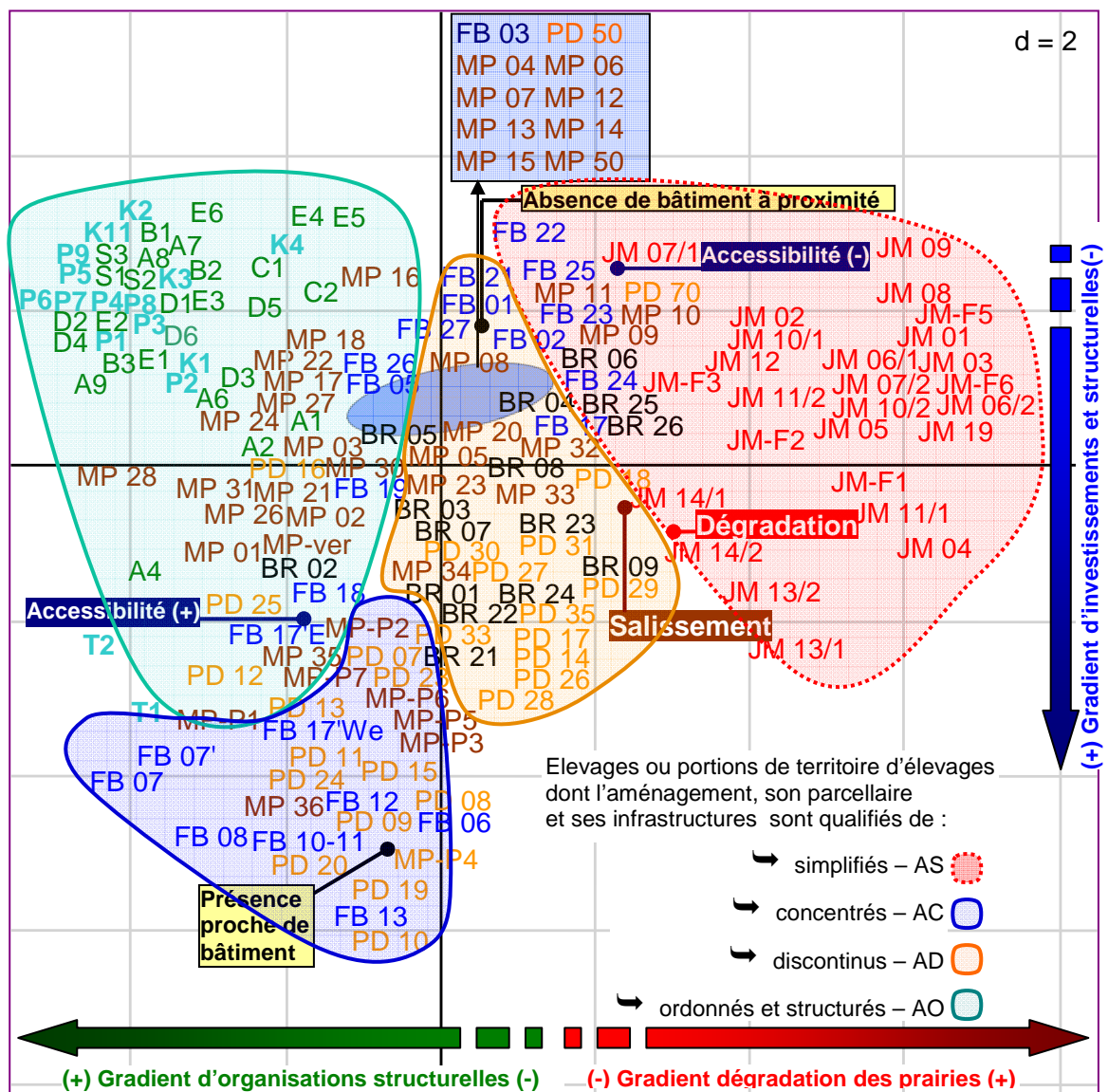


Figure n°200 : Projection de toutes les parcelles par l'analyse AHS de toutes les variables avec signalisation de leur rattachement aux différents aménagements de territoire ou portion de territoire

L'étude de la position des parcelles entre elles, dans les analyses factorielles et sur les plans parcellaires, complétée par des vérifications complémentaires sur le terrain, nous montre que les parcelles adjacentes à celles ne disposant pas de point d'abreuvement permanent connaissent des niveaux de dégradation élevés. Par l'examen des calendriers de pâturage et d'allotement dans les prairies qui ne disposent pas de point d'abreuvement permanent, nous constatons trois types de pratiques de la part des éleveurs durant les périodes :

- 1 → les animaux sont retirés de ces parcelles, sans point d'abreuvement, et sont mis dans d'autres parcelles souvent les plus proches (dans le même îlot de pâturage),
- 2 → les barrières de ces parcelles restent ouvertes laissant ainsi les animaux parcourir plusieurs parcelles et pouvoir ainsi atteindre leurs points d'abreuvement en fonctionnement,
- 3 → des abreuvoirs sont disposés dans ces parcelles et ils sont alimentés en eau périodiquement avec des véhicules citernes.

En conséquence les parcelles qui ne disposent pas de point d'abreuvement fiable en saison sèche conservent plus souvent un couvert fourrager pouvant présenter un caractère protecteur. En revanche, les parcelles qui leurs sont proches se trouvent plus souvent sollicitées, ce qui a des conséquences sur leur couvert qui peut se trouver plus vulnérable aux recrues de jeunes pousses d'adventices dès le retour de pluies régulières.

La proximité de bâtiments aux abords des parcelles montre une distribution indépendante des gradients de dégradation et de salissement comme l'indique le plan factoriel (fig. n° 199). L'effet proximité d'un bâtiment est représenté sur l'axe 2 alors que l'état des prairies est tiré par l'axe 1. Toutefois, l'analyse précise des parcelles montre certaines tendances marquées : Les parcelles proches de bâtiments (corral, habitation) sont le souvent utilisées comme parc d'observations pour des animaux particuliers comme les femelles en fin de gestation ou en début de lactation, des bêtes malades, des veaux sevrés... Ainsi les fonctions de ces parcelles se traduisent par de fréquents changements de rythmes, de passages, de charges. Il en résulte des perturbations du couvert herbager favorables aux recrutements d'invasives.

Dans le carré "A" du plan 1-2 fig. n° 199, les parcelles qui s'y trouvent sont toutes desservies par une piste. Dans cette même zone de projection apparaît aussi les modes de conduites les plus réguliers (et régulés par les éleveurs). En regardant conjointement les calendriers d'allotement et de pâture avec cette projection factorielle, nous notons des situations très organisées notamment en îlots territoriaux dans le « groupe de parcelles du carré "A" dont le niveau d'équipement en approvisionnement en eau avoisine les 100%. En situation inverse, dans les carrés "C" & "D", particulièrement les parcelles "JM" qui appartiennent à une exploitation d'élevage disposant d'aucune piste hormis la route de desserte à la ferme. La surveillance s'effectue à cheval en traversant les parcelles les unes après les autres. Compte tenu de ce mode déplacement, et pour limiter le nombre de barrières à ouvrir et refermer, les parcelles ont des surfaces élevées, pour la Guyane (moyenne à 13 ha).

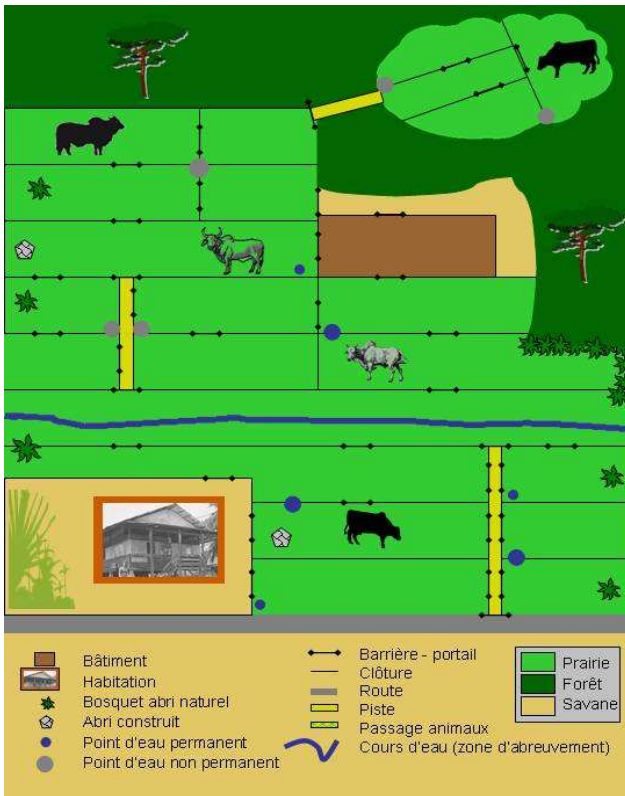
Près d'un quart des parcelles ne disposent pas de point d'abreuvement permanent. Dans les parties "C" & "D" du plan 1-2 (fig. n° 199) où sont projetées ces parcelles se trouvent aussi les modes de conduites d'élevage qui présentent des charges et rythmes irréguliers (fig. n° 199). Un des facteurs majeurs de ces variations provient du tarissement de point d'eau en cours de saison sèche. L'éleveur de cette exploitation a dans cette situation pour pratique d'ouvrir ces parcelles pour permettre au bétail d'accéder à des zones d'abreuvement tout en pouvant prospecter l'ensemble des parcelles. Cette pratique induit une baisse de la charge instantanée et engendre ainsi souvent un pâturage disparate qui se traduit notamment par plus de zones de refus.

Cette analyse territoriale globale de l'élevage, avec leurs infrastructures générales et spécifiques aux parcelles, nous permet de présenter quatre prototypes d'organisation structurale des parcellaires (Fig. n° 200 et 2001 à 204) avec leurs corollaires sur l'état des prairies et les modes de conduite du bétail.

L'appartenance des parcelles à un des quatre prototypes d'aménagement est signalée dans la projection factorielle, figure n°204 (page précédente)

La signification de ces prototypes est précisée ci-dessous

Aménagement discontinu du parcellaire et de ses infrastructures – Prototype



Les pistes dans ce prototype sont fragmentées dans le parcellaire. Cette absence de continuité est souvent du au coût des pistes. Celles qui sont installées permettent de faciliter l'accès entre zones, sauf si le milieu s'avère trop contraignant. C'est le cas bien souvent quand il y a des cours d'eau. Dans ce type de parcellaire les ponts sont peu fréquents. La non continuité des pistes est compensée par plusieurs barrières d'ouverture par parcelle.

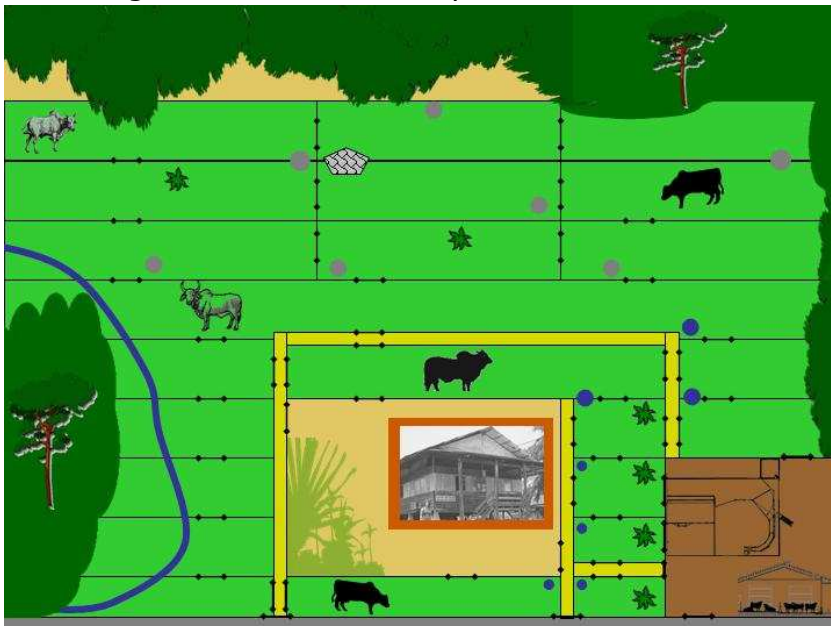
La moitié des parcelles disposent de points d'abreuvement permanent, soit à partir de cours d'eau, soit par l'installation d'abreuvoirs connectés sur un réseau hydraulique, soit plus sommairement par des passages de citernes d'alimentation. Quelques parcelles où ne se trouvent pas de bosquets sont équipées d'abris sommaires. Le découpage du territoire donne une moyenne des surfaces des parcelles modestes, < à 3 ha, qui présente néanmoins une variabilité marquée.

Ce modèle d'aménagement se rencontre fréquemment dans des élevages qui sont encore en cours d'aménagement ou qui ont été installés bien après le plan vert, à partir des années 1990.

Certains élevages plus anciens connaissent aussi des phases importantes de réaménagement grâce des projets de renforcement des infrastructures. Situation qui concerne principalement l'installation de forage et réseau hydraulique pour mettre en place un système d'abreuvement permanent réparti sur l'ensemble du territoire.

Fig. n°201 : Prototype d'aménagement & d'infrastructures discontinus du parcellaire d'un territoire d'élevage

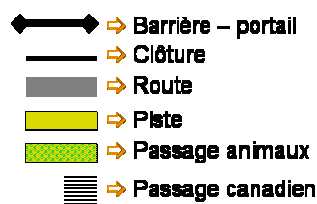
Aménagement concentré du parcellaire et de ses infrastructures – Prototype AC



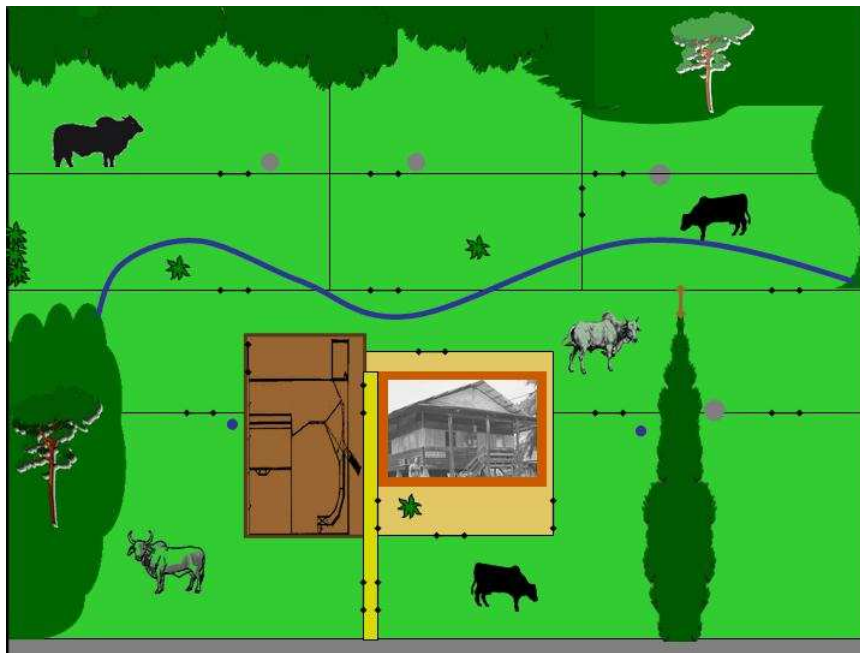
Dans ce type de territoire les pistes ne desservent pas toutes les parcelles, mais se concentrent autour de l'habitation et des bâtiments. Cette disposition s'avère fonctionnelle pour les mouvements et tris d'animaux. En revanche, les parcelles éloignées sont plus difficiles d'accès. Pour les atteindre il est nécessaire de traverser une ou plusieurs parcelles. Cela rend les observations des animaux et pâturages plus délicat dans les prairies éloignées de la zone concentrée en infrastructure.

L'absence de point d'abreuvement permanent dans de nombreuses parcelles éloignées constitue l'autre contrainte majeure de ce type de territoire. Ce modèle d'aménagement se rencontre dans des élevages installés dès les années 1970 – 1980. Suivant les opportunités des aménagements complémentaires sont parfois entrepris, ils portent principalement sur la mise en place d'un système d'abreuvement permanent et la prolongation des pistes.

Figure n°202 : Prototype d'aménagement et d'infrastructure concentrés du territoire d'élevage autour de l'habitation



Aménagement simplifié du parcellaire et de ses infrastructures – Prototype AS



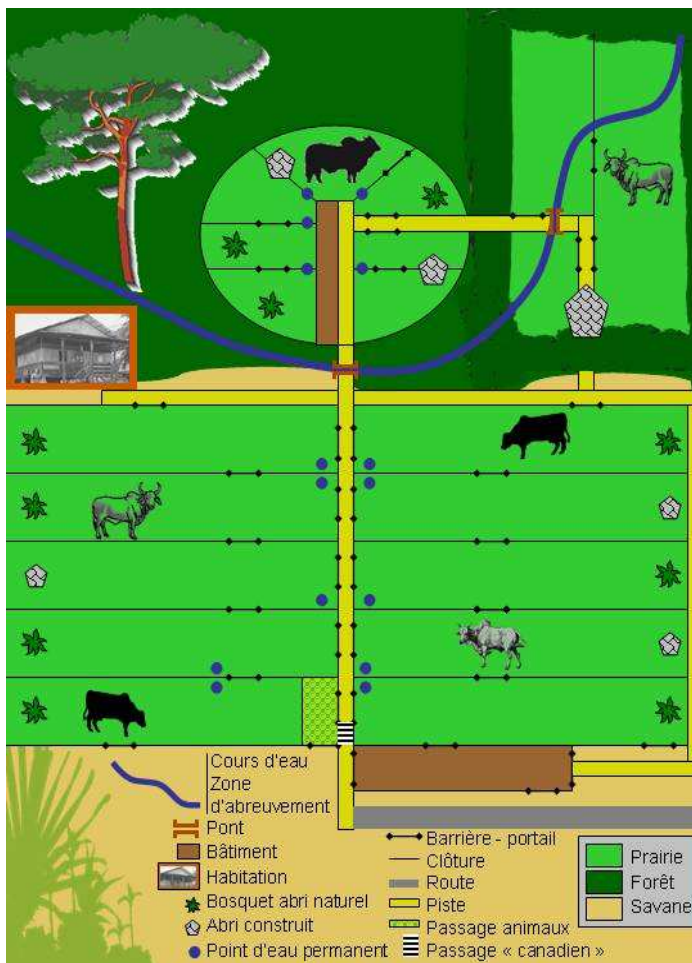
Ce territoire est aménagé suivant un modèle de type ranch. La surface des parcelles est homogène. Le maillage du territoire est simplifié. Les déplacements s'effectuent à travers les parcelles.

La disponibilité en eau pour l'abreuvement repose aussi sur une infrastructure simplifiée. De nombreux points d'eau ne sont pas permanents (absence d'eau 1 à 2 mois par an).

Ce type d'aménagement se trouve dans des exploitations ayant de vastes surfaces (installées depuis plus de 20 ans) ou dans des élevages modestes installés plus récemment avec peu de moyen.

Figure n°203 : Prototype d'aménagement simplifié d u territoire d'un élevage

Aménagement ordonné et structuré dans l'ensemble du parcellaire – Prototype AO



Ce territoire présente un découpage structuré du parcellaire. Les îlots de pâture sont composés de parcelles ayant des surfaces homogènes.

Toutes les parcelles sont desservies par une piste. Il s'agit d'un choix caractéristique de l'aménagement de ces élevages, même s'il faut avoir recours à la construction de ponts. Les parcelles offrent toutes des points d'eau permanents : cours d'eau ou abreuvoirs alimentés par un réseau hydraulique. Elles disposent toutes aussi de zones où les animaux peuvent s'abriter (sous des arbres ou des abris construits). Dans ces territoires se rencontrent aussi des infrastructures particulières comme les passages canadiens, des ponts...

Le métrage de clôture est optimisé par des formes de parcelles similaires dont les surfaces sont pour la plupart > à 5 ha, sauf pour les parcelles proches des corrals. Chaque parcelle comporte 2 à 3 barrières.

Le niveau d'investissement et la densité d'infrastructure de ces territoires facilitent les modes d'organisation d'allotement du bétail, leur répartition, leur rotation et la surveillance de la végétation. La majorité des élevages qui ont aménagé ainsi leur territoire sont apparus au cours des années "Plan Vert". Quelques élevages installés durant les années 1990, qui bénéficiaient de fonds suffisants, ont opté pour un tel mode d'aménagement.

Figure n°204 : Prototype d'aménagement ordonné sur toute la surface du territoire d'élevage

Ces quatre prototypes d'aménagement du territoire d'élevage permettent d'organiser et de conduire des allotements du cheptel et des rotations de pâture. En effet, ils présentent tous des invariances en matière d'infrastructure : clôture interne et externe au territoire, bâtiment d'élevage (ou/et corral), réseau de points/zones d'abreuvement même si certains d'entre eux ne sont pas permanents.

Les différences marquantes d'infrastructure se trouvent principalement dans le maillage et la densité des aménagements, avec pour exemples : Nombre de parcelles ... \Rightarrow *Totale / STH*,

\Rightarrow *Ayant deux barrières ou plus (proportion sur le parcellaire),*

\Rightarrow *Ayant un ou plusieurs points d'eau permanent / totalité des parcelles,*

\Rightarrow *Disposant d'abris (proportion sur le parcellaire),*

\Rightarrow *Accessibles toute l'année, desservie par une piste (proportion sur le parcellaire).*

Les élevages où la densité des aménagements est élevée apparaissent moins touchés par la dégradation et le salissement des prairies. Suivant les équipements et leur répartition, les élevages peuvent se permettre plus ou moins facilement de moduler/ajuster leur mode de conduite du bétail, du pâturage et de leur entretien. Ces ajustements s'avèrent souvent nécessaires pour tenter de parer aux dynamiques d'infestation des prairies. Suivant les configurations d'aménagement, il peut être pertinent d'apporter des compléments d'infrastructures pour apporter plus de latitude dans l'organisation des modes de conduite du bétail et du pâturage et ainsi faire face aux évolutions problématiques de la végétation des prairies. Toutefois, plus les aménagements des élevages sont simplifiés plus les investissements complémentaires peuvent être lourds à déployer. Reste cependant que les éleveurs qui se révèlent volontaristes pour modifier leurs modes de conduite arrivent généralement à monter des dossiers d'investissement grâce notamment aux mesures de défiscalisation.

642. Caractéristiques de pilotage

Le choix et l'instruction de modes de conduite du bétail et du pâturage dépendent des objectifs et des stratégies de productions (et d'entretien) qu'ont les éleveurs de leur exploitation. Leurs desseins se perçoivent en partie dans les infrastructures et les aménagements du territoire des exploitations, comme nous l'avons vu précédemment. Ils s'expriment surtout à travers l'organisation et les pratiques des allotements, des rotations et exploitations des pâtures. Ces points précis ont fait l'objet d'analyses particulières afin de repérer les modes d'organisation pratiques et tactiques pouvant être en liens avec l'état et la dynamique des couverts fourragers. Au-delà des correspondances directes, nous avons aussi abordé l'aspect prospectif sur les degrés d'ajustements et d'évolutions des élevages souhaitant se prémunir des dégâts sur leurs couverts prairiaux. La marge de manœuvre de ces élevages pour appliquer des alternatives dépend notamment de leurs structures, milieux (écologique, social et économique) et de leurs capacités (travail, finance, connaissance).

642.1. Les allotements et leurs évolutions Modalités de composition/recomposition des lots

Les éleveurs procèdent tout d'abord à des allotements, selon toutes leurs déclarations, pour ne pas avoir à manipuler des troupeaux ayant de trop gros effectifs, pour éviter d'avoir des gestations trop précoces chez les génisses et faciliter la gestion des animaux ayant les mêmes besoins et fonctions. La constitution des lots répond aux logiques qu'ont les éleveurs en matière de production et de reproduction de leur cheptel, tout en tenant compte des conditions de pâtures (équilibre des charges). Les élevages pour leur production sont majoritairement "naisseurs – engraisseurs", certains sont en plus engraisseurs de bétail obtenu d'autres élevages. Ces bêtes maigres sont obtenues par acquisition directe (souvent par achat à crédit

entre le vendeur et l'acheteur) ou font l'objet de "mise en pension". La rémunération de l'engraissement de ces animaux mis en pension se fait à partir du gain de poids vif acquis (autour de 50%) \times par le prix du marché du kg de poids vif. Le paiement se fait de façon monétaire ou en bétail. Les quelques éleveurs qui produisent majoritairement du maigre, transfèrent leurs animaux à engraisser dans d'autres élevages (dont ils sont parfois en parti responsable/propriétaire). Il n'existe pas réellement de filière de vente et de transaction "naissseur – engraisseur". En revanche, il se dessine, dans les exploitations pratiquant des allotements, des répartitions spatiales entre animaux maigres, animaux engraisés et animaux reproducteurs.

Les allotements établis par les éleveurs répondent à leurs choix d'organisation en matière de conduites des animaux destinés d'une part à la vente (bêtes maigres, grasses et reproducteurs) et d'autre part au renouvellement du cheptel reproducteur. Ils correspondent aussi aux modes de conduite de la reproduction au cours des saisons (temps rond) et sur des orientations génétiques (temps long). Sur le plan pratique les lots se constituent déjà selon le genre et le stade physiologique des animaux :

642.1a Allotement des animaux en "croissance - engraissement"

Au sevrage (7 à 10 mois), nous avons noté que les veaux sevrés, à une date précise, restaient soit dans un même lot pour une conduite en bande pouvant aller jusqu'à la vente finale de ces animaux ; soit rejoindre des lots déjà constitués (mixte ou de veaux ou velles). La constitution de bandes dès le sevrage se produit essentiellement dans des élevages ayant d'importants effectifs. La castration des veaux, qui se fait au moment du sevrage, révèle une stratégie d'organisation qui différencie nettement les élevages en Guyane. Là où elle se pratique les éleveurs constituent des lots mixtes dès le sevrage. Ils peuvent être conduits en bande pendant toute leur carrière dans l'exploitation ou au moins jusqu'au stade " finition – engraissement " pendant lequel les génisses et mâles castrés sont parfois séparés en raison de leur croissance différenciée, bien qu'elle soit moins importante entre mâles castrés et génisses qu'entre taurillons et génisses. Dans les élevages où l'apport de complément reste faible ($< 400 \text{ g.j}^{-1} \cdot \text{tête}^{-1}$ d'issus de riz), même en " finition – engraissement ", la conduite en bandes mixtes à tous les stades s'avèrent plus fréquent.

La durée des lots ou plus exactement de leur composition (hormis quelques entrées ou sorties ponctuelles) et le nombre de lots par lesquels les animaux passeront (séjourneront) du sevrage jusqu'à la sortie de l'exploitation (ou leur mise à la reproduction) permet d'identifier plusieurs logiques d'organisation dans les élevages.

Pour les animaux en "croissance / engraissement" trois principaux prototypes d'organisation d'allotement ont été relevés. Ils se caractérisent par les catégories d'animaux composant les lots, leur effectif, leur évolution et leur durée d'existence (approche synchronique et diachronique).

642.1a - ① Allotement du bétail en "croissance - engraissement" en bande mixte

Ces modes d'allotement se conduisent en constituant des bandes lors des sevrages de veaux/velles dans une fourchette d'âge adaptée pour former des lots suffisamment conséquents (6-10 mois) en termes d'effectif. Lorsque les sevrans mâles sont castrés, ces bandes peuvent être mixtes, ce qui permet plus facilement d'obtenir des effectifs conséquents par bandes d'animaux d'un même âge. Le recours à la castration des mâles permet de maintenir la mixité des bandes dans la durée, au-delà de la puberté. Dans ce prototype, voir figure n° 205, les animaux d'une même bande sont conduits ensemble du sevrage jusqu'à leur

sortie de l'exploitation. Seules certaines génisses sont sorties de leur bande pour être introduites dans un ou des lots de génisses de reproduction de l'élevage, à partir de 24 mois. Cette conduite en bande, d'animaux en "croissance – engraissement", limite le nombre de lots de l'élevage et les mouvements d'animaux entre lots.

Nombres de mois

1-2-3-4-5-6-5-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36

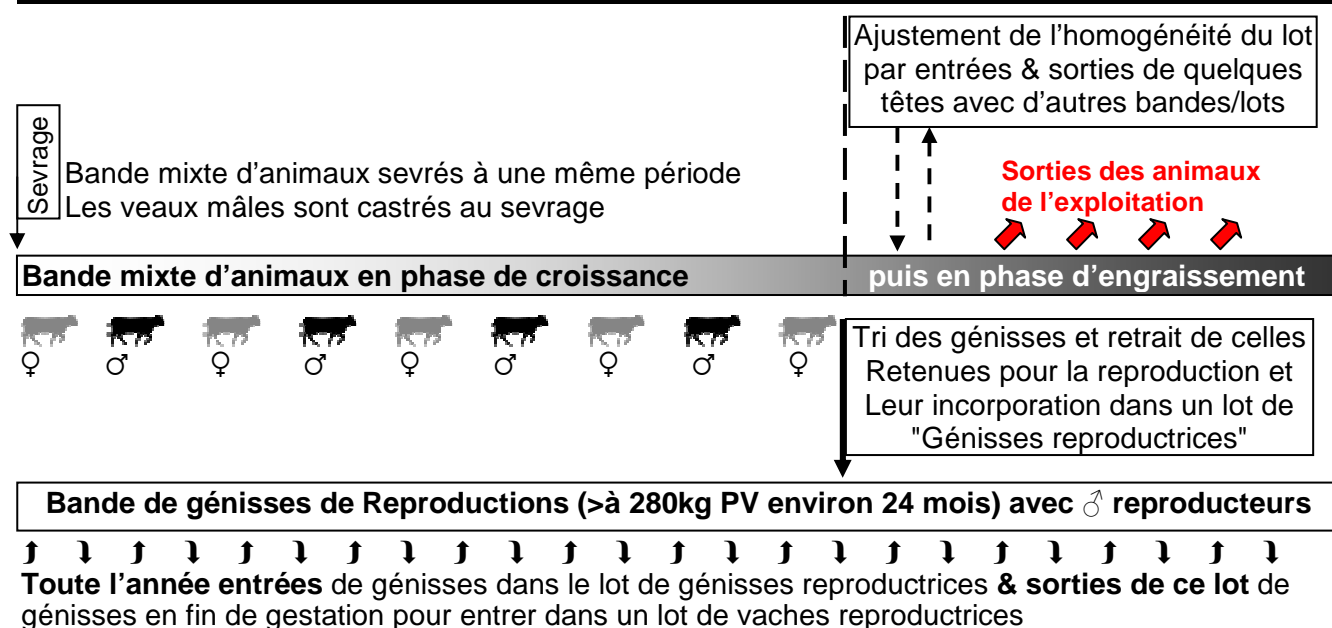


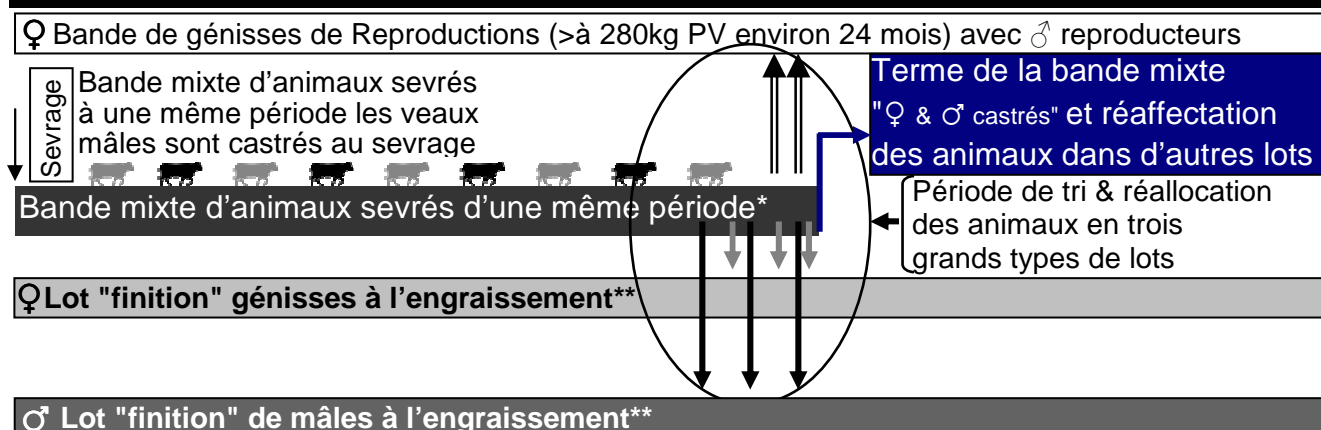
Figure n°205 : Représentation du système d'allotement en bande Mixte d'animaux en "Croissance - Engraissement"

642.1a - ② Allotement du bétail en "croissance - engraissement" en bandes mixtes puis sexuées

Dans ce prototype, le mode d'allotement peut être qualifié de mixte avec une conduite des jeunes animaux (à partir du sevrage) en bande puis en lots plus spécifiques/spécialisés à des stades physiologiques plus avancés.

Nombres de mois

1-2-3-4-5-6-5-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36



* Lorsque les veaux mâles ne sont pas castrés les bandes sont dissoutes plus tôt et les animaux sont répartis en deux lots – Ex. : génisses d'âges moyennes 14-22 mois ; taurillons d'âges moyens 14-18 mois

** Les lots "finition" sont ajustés toute l'année avec des entrées & sorties

Figure n°206 : Représentation du système d'allotement d'animaux en croissance – Engraissement en bande mixte puis en lots spécialisés

Les sevrans sont réunis en bande. A ce stade physiologique, ce choix d'allotement permet de limiter le nombre de lots. Ensuite, le nombre de lots est augmenté afin de répartir séparément les génisses et taurillons dès qu'ils atteignent le stade physiologique reproductif. En revanche, lorsque les mâles sont castrés, la constitution de lots sexués peut se faire à un stade physiologique plus avancé. La constitution de ces lots répond alors à une recherche de finition des animaux plus spécialisée, en pratiquant notamment des apports en compléments alimentaires plus conséquent pour les taurillons en phase d'engraissement.

642.1a - ③ *Allotement du bétail en "croissance - engraissement" en lots sexués et physiologiques*

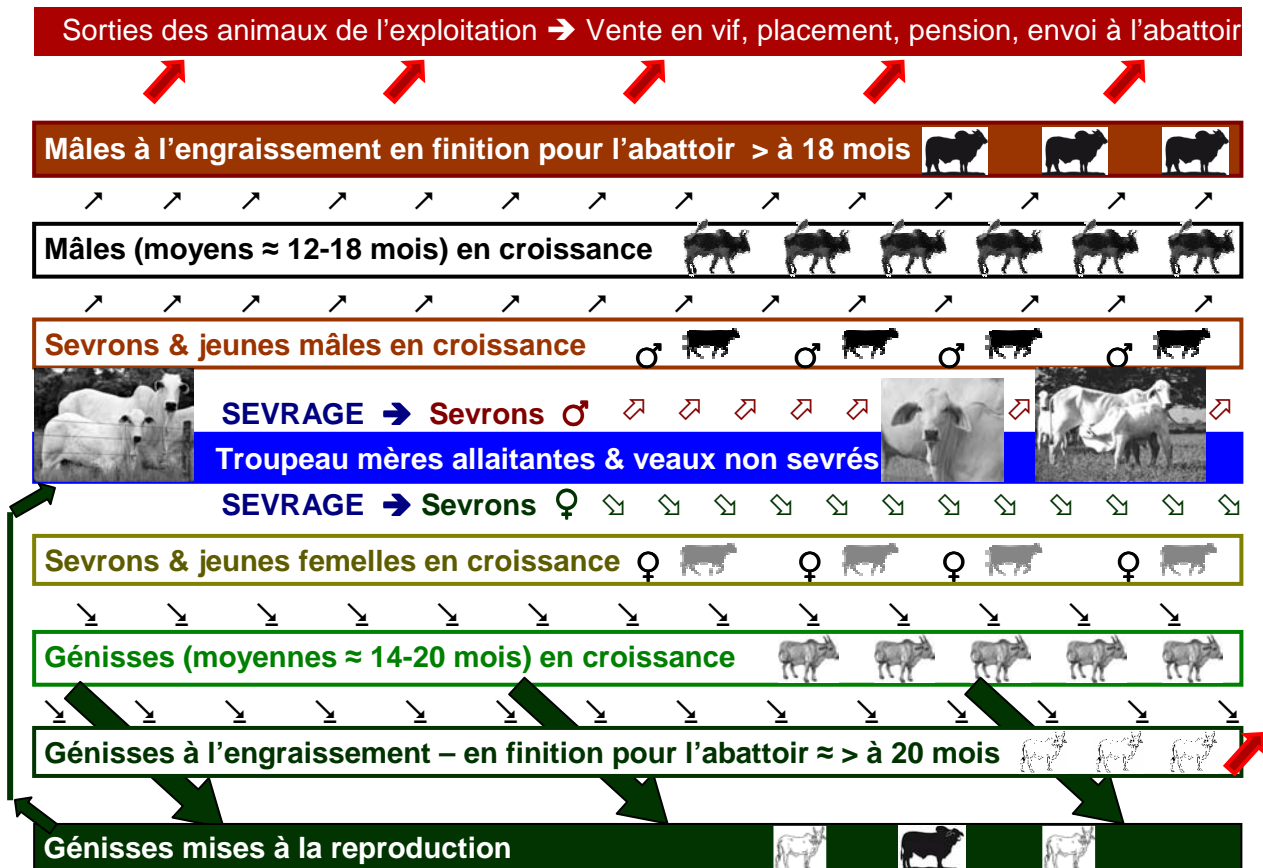


Figure n° 207 : Représentation du système d'allotement d'animaux en Croissance - Engraissement en lots sexués caractérisés selon des stades physiologiques différents

Ce troisième prototype d'allotement se base donc sur la constitution de lots ayant des fonctions physiologiques spécifiques. Contrairement aux systèmes de conduite en bande, les lots dans leur fonction perdurent, mais leur composition se modifie périodiquement.

Les animaux changent de lots dès que leur stade physiologique correspond à un celui attribué à un autre lot. Dans cette logique les caractéristiques des lots sont constantes, exemples : jeunes mâles, taurillons moyens, taurillons en engraissement de finition...

Contrairement au système de bandes dont la composition ne change pas (ou très peu), le système en lot, ayant des caractéristiques physiologiques fixes, implique des changements et réallocations permanents des animaux d'un lot à l'autre. Le recours à ce mode d'allotement engendre généralement une multiplication des lots dans un élevage. Il nécessite aussi une demande plus importante en travail pour effectuer les importants déplacements d'animaux.

642.1b Allotement des animaux reproducteurs

L'allotement du cheptel reproducteur répond encore plus à des logiques à double temporalité. La gestion de la reproduction et des vêlages s'inscrit dans des objectifs et stratégies saisonnières. Elle révèle notamment dans nos mesures les pratiques destinées à éviter les vêlages lors de certaines périodes de l'année, particulièrement d'avril à juin, période la plus pluvieuse de l'année, ce qui nécessite le retrait des taureaux des troupeaux de reproductrices d'août à octobre. L'orientation génétique du cheptel s'inscrit dans une logique et des objectifs à plus long terme. Deux principales attention sont portées sur cet aspect : i) la consanguinité des troupeaux, ii) la ou les marques phénotypiques attendues du ou des troupeaux reproducteurs.

Le cheptel bovin de Guyane étant de petite taille, il est plus délicat de gérer les risques de consanguinité dans une race donnée, notamment dans les élevages qui souhaitent garder des troupeaux en race zébu brahman. Hormis dans les élevages qui pratiquent les croisements (exemple : Limousin x zébu brahman, croisement pratiqué dès les années 1980), les éleveurs raisonnent l'affectation des taureaux suivant l'ascendance des femelles des lots, pour éviter qu'ils se reproduisent avec leur descendance.

L'introduction de sang neuf amène certains éleveurs à avoir recours à plusieurs pratiques :

- ➔ l'échange de reproducteurs mâles entre élevages,
- ➔ l'introduction en Guyane de taureaux provenant de l'extérieur,
- ➔ l'insémination et la transplantation d'embryons.

La majorité des élevages disposent, dans leur cheptel, de plusieurs races bovines. Plusieurs stratégies / orientations sont adoptées : croisement/assimilation raisonnée, croisement industriel avec conduites séparées des troupeaux suivant leur race, croisement aléatoire sans séparation des lots par race avec parfois le souhait d'obtenir une nouvelle race créole !

L'allotement des femelles reproductrices dépend donc des choix concernant les périodes de reproduction, les types de veaux attendus pour la production et la sélection pour l'avenir du cheptel. Les éleveurs optent pour une ou plusieurs modalités d'organisation des lots en tenant compte aussi d'éléments comme : le nombre de taureaux reproducteurs disponibles, la disponibilité en parcelles... De nos suivis dans sept élevages et d'observations complémentaires dans d'autres exploitations, nous avons pu examiner un large spectre d'organisation des allotements ainsi que leurs variations dans le temps (rond et long). Leurs analyses et interprétations nous a permis d'identifier trois grands prototypes de formations et conduites de lots d'animaux reproducteurs.

642.1b - ① Allotement des troupeaux reproducteurs suivant la présence des taureaux

La recherche de période de vêlage, ou plutôt de période durant laquelle les vêlages ne sont pas souhaités (saison à forte pluviométrie), amène deux orientations de gestion de l'allotement des animaux reproducteurs : retrait ou non des mâles reproducteurs 2 à 3 mois par an entre juillet et octobre afin d'éviter les vêlages en saison très humide.

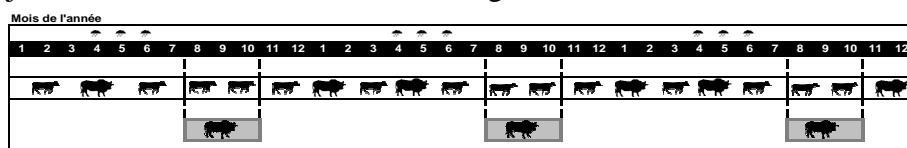


Figure n°208 : Allotement avec retrait saisonnier des mâles dans les troupeaux reproducteurs

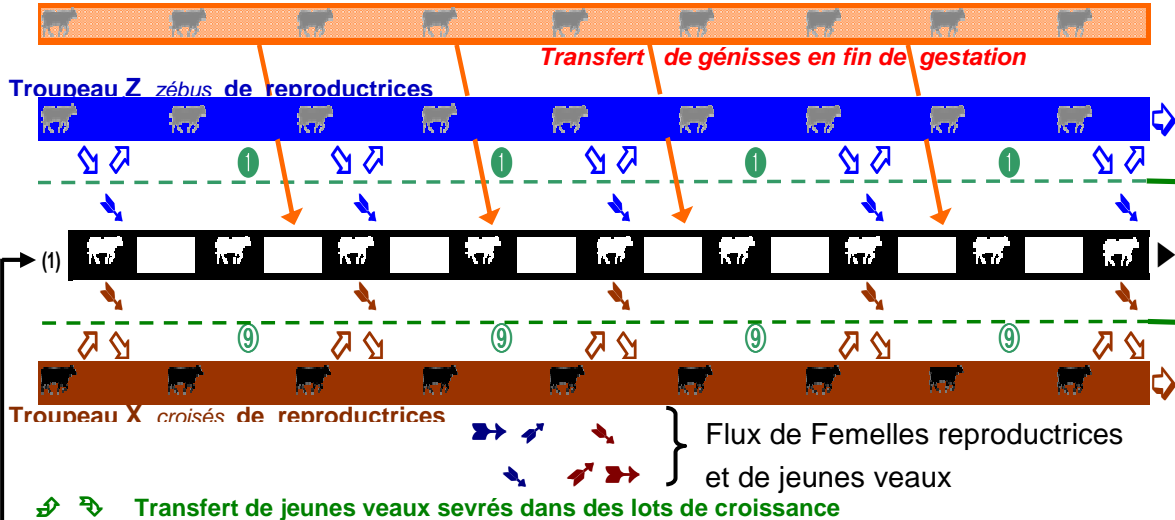


Figure n°209 : Allotement avec maintien des mâles dans les troupeaux reproducteurs

642.1b - ② Allotement des troupeaux reproducteurs suivant leur effectif

Les élevages possédant un cheptel reproducteur important (> 150 têtes) organisent leurs allotement en plusieurs lots de femelles reproductrices. Les critères de constitutions de ces lots relèvent de plusieurs critères :

- ⇒ [1] la race des femelles (critère le plus courant) ou le type de taureau(x) destiné à un lot précis de femelles ou lots destinés à une insémination (ou transplantation embryonnaire),
- ⇒ [2] le rang de vêlage et surtout la constitution de lot spécifique pour les génisses reproductrices,
- ⇒ [3] l'origine des animaux, les reproductrices achetées dans l'année peuvent faire l'objet d'une conduite en lots qui leur sont propres,
- ⇒ [4] l'état des femelles, avec notamment le retrait des génisses et vaches en fin de gestation de leur lot d'appartenance pour être mise dans un lot dont la fonction est de surveiller les vêlage, les jeunes veaux et leur mères pendant quelques mois ou semaines suivant les élevages. Puis les veaux et leur mère sont réintroduits dans le lot d'origine de la vache.



(1) Troupeau "Maternité" vaches (et génisses) en fin de gestation + mères avec leurs veaux de quelques semaines pouvant aller jusqu'au sevrage

- ↳ Lorsque les femelles sont réintroduites dans leur troupeau "reproduction" au sevrage de leur veau, les sevrans sont introduits dans des lots de croissance
- ↳ L'autre option est de réintroduire les mères avec leur veau dans les troupeaux de reproduction quand les veaux sont considérés moins vulnérables aux "bousculades" propre aux troupeaux d'effectif important > 100 mères

Figure n°210 : prototype (1) d'organisation de l'affectation des lots de femelles reproductrices

Cette dernière figure représente une configuration d'allotement fréquente du troupeau reproducteur dans des élevages à fort effectif. Deux lots de femelles reproductrices sont conduits en parallèle (exemple : un lot de vache zébu brahman "**Z**" [bande bleue] et un lot de vache limousine "**X**" [bande marron]). Une troisième bande (noire et blanche) sert aux deux autres pour accueillir temporairement leurs vaches (de la maternité vêlage à quelques semaines ou mois du veau. La quatrième bande (orange) de la figure représente le lot des génisses reproductrices. Elles sont retirées de leur lots quand en fin de gestation pour être placées dans le lot maternité puis après quelques semaines ou mois après le vêlage les primipares sont placées dans le lot de femelles adultes suivant leur race ou autres critères.

Les mères du lot "maternité" sont réintroduites dans leur lot "reproductrice" initial, suivant l'âge de leur veau. Généralement les mères sont remises avec leur veau dans leur lot d'origine à environ 6 – 8 semaines, surtout dans les élevages à fort effectif. Toutefois, il s'avère que dans des élevages ayant un effectif modeste, les mères restent parfois jusqu'au sevrage de leur veau dans le lot "maternité" qui comprend alors des mâles reproducteurs. Après le sevrage les mères sont replacées dans leur lot "reproductrice", les veaux sont mis soit dans un des lots de "croissance" déjà constitués ou ils sont regroupés entre veaux d'un même sevrage (ou de sevrages rapprochés) pour constituer une nouvelle "bande/lot".

Un troisième prototype de gestion des allotements des animaux reproducteurs est basé sur la constitution de lot suivant le statut des femelles reproductrices (vaches suitées ou non), ce qui se traduit par un calendrier en deux étapes :

- Etape 1_ Les mères et leur veau sont retirés du lot "maternité" 4 à 8 semaines après le vêlage et sont placés dans un lot de "vaches suitées" ;
- Etape 2 _ après le sevrage les mères, privées de leur veau, sont mises dans des lots de "vaches en gestation". Cette situation se trouve surtout dans les élevages qui pratiquent des sevrages à 7-9 mois (l'IVV moyen en Guyane est de 14 mois).

Cette organisation d'allotement des reproductrices présente certaines modalités d'ajustement, notamment celle du recours ou non d'un lot "maternité/post-maternité" entre le lot "vaches en gestation" et le lot "vaches allaitantes". Cette étape "maternité" peut se résumer d'ailleurs à un séjour assez bref dans un corral (une à deux semaines), voir figure n° 211 ci-dessous.

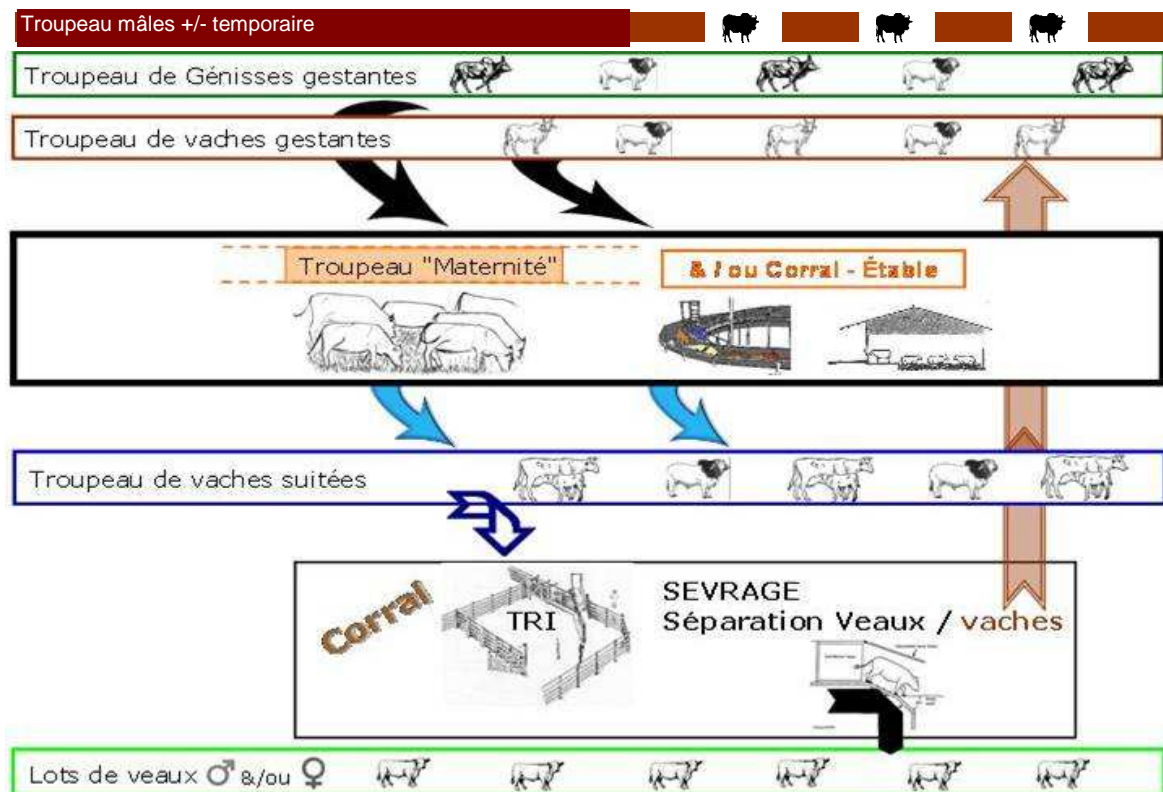


Figure n°211 : prototype (2) d'organisation de l'allotement des lots de femelles reproductrices

Pratiques pour identifier l'ascendance paternelle des veaux

Dans les lots de reproductrices à fort effectif les éleveurs adoptent un ratio d'un mâle pour 30 à 40 vaches. Ils ont recours à deux types de pratiques pour identifier l'ascendance des veaux issus de lot comprenant plusieurs taureaux :

- 1) l'alternance des taureaux entre lots, par période de quelques semaines (ou mois) ;
- 2) l'utilisation de mâles reproducteurs de races différentes (exemple : un taureau zébu brahman avec un taureau limousin).

642.1c Allotement d'autres catégories d'animaux – lots complémentaires

Trois autres catégories d'animaux sont aussi à considérer dans l'allotement des élevages :

- ✓ Les animaux introduits dans l'élevage,
 - ✓ Les animaux reproducteurs en fin de carrière,
 - ✓ Les animaux convalescents.
- ↪ Les animaux achetés, ou pris en pension, sont soit introduits dans des lots existants, soit constituent de nouveaux lots (suivant leur nombre et leur homogénéité). A noter toutefois, qu'avant de procéder à une introduction dans un ou des lots existants la mise en quarantaine est souvent pratiquée.
 - ↪ Les animaux en fin de carrière, surtout pour les mères, constituent dans la majorité des élevages, surtout à effectif élevé, des lots dits de "réforme". Dans les autres élevages ces animaux sont insérés dans des lots en engraissement (génisses en finition ou génisses et mâles castrés en finition).
 - ↪ Si les animaux malades sont principalement soignés dans un corral ou dans des parcs proches d'un corral, ils peuvent ensuite être regroupés dans des lots dits "lot d'infirmerie" placés dans des parcelles faciles d'accès et faciles à surveiller (proche des corrals et/ou des habitations).

642.1d Combinaisons des lots et organisation du système d'allotement

Le système d'allotement, dans les élevages que nous suivions, comporte, comme nous l'avons vu précédemment, plusieurs grands "modules d'allotement". A chaque "module d'allotement" correspondent des animaux ayant des fonctions précises qui coïncident aussi à des phases spécifiques de leur évolution :

1→ animaux en croissance / engraissement ; 2→ animaux reproducteurs ; 3→ animaux de réforme ; 4→ animaux en conduite parallèle ex. : en convalescence, en quarantaine, venant de l'extérieur...

Les décisions des éleveurs pour organiser leur système d'allotement portent sur :

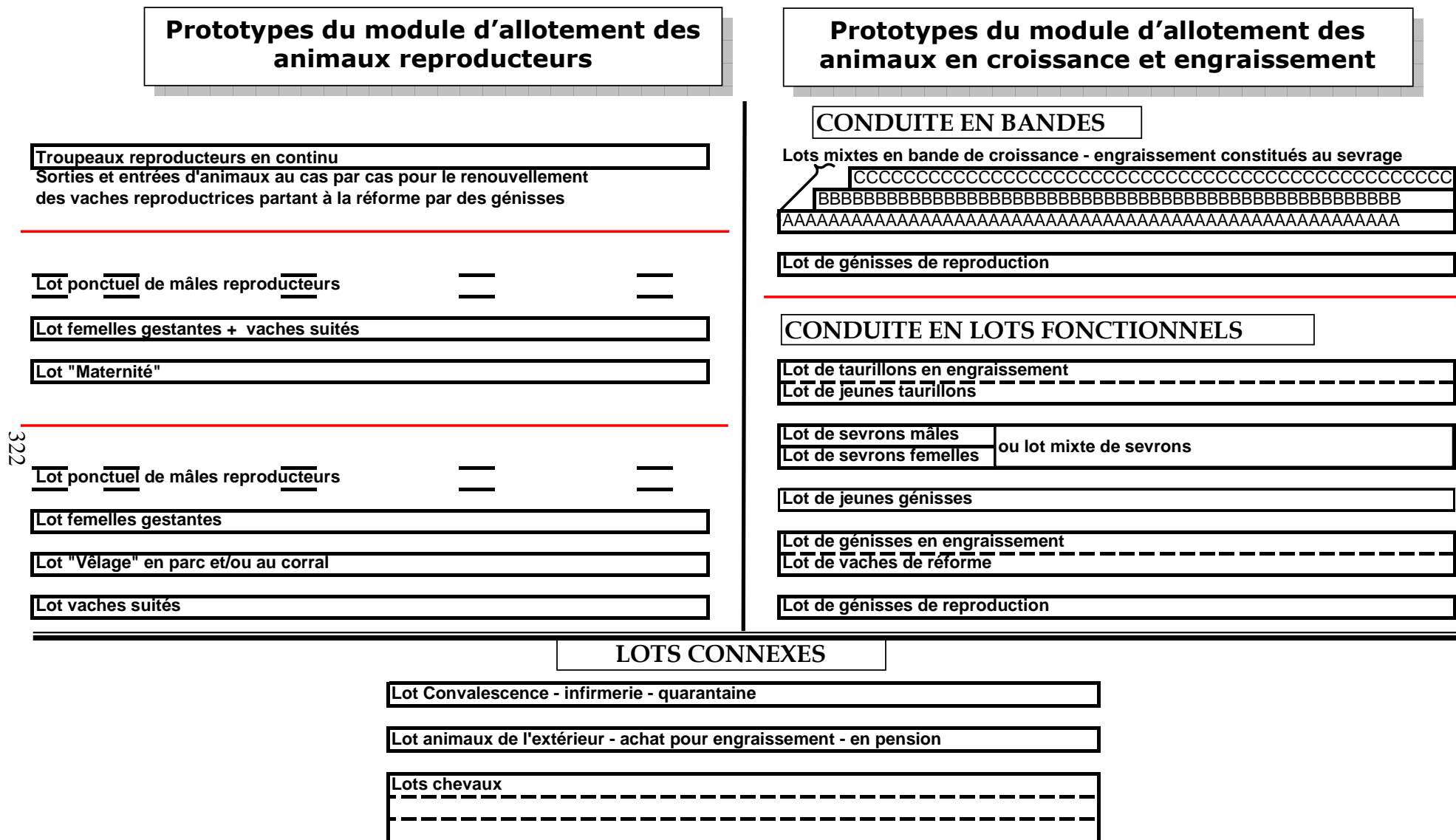
- ⇒ le choix des modalités possibles dans chaque "modules d'allotement",
- ⇒ l'articulation et l'agencement entre les "modules d'allotement" retenus,
- ⇒ combinaison mixte inter espèces (bovins x chevaux), intra spécifique (ex. : vaches de réforme avec génisses en finition d'engraissement, absorption de lot acheté ou en pension dans des lots fonctionnels déjà constitués).

Ce processus cognitif des éleveurs sur leur allotement tient compte de leurs objectifs en matière de productions animales ainsi que des contraintes diachroniques de calendrier dans le temps (en tenant compte notamment des saisonnalités³⁰⁴) et synchronique de disponibilité des parcelles.

Le nombre de lot d'animaux constitue un des paramètres majeurs de l'adéquation entre la gestion du bétail et celle du territoire et de ses ressources. De ces concordances peuvent se dégager des degrés plus ou moins forts de réajustement pour conduire des alternatives en matière d'allotement, d'aménagement du territoire et d'utilisation des ressources. Ainsi, pour notre objet générale de recherche, la dégradation du couvert fourrager des prairies, le facteur "pratiques de l'éleveur" s'exprime suivant ces marges de manoeuvre pour induire de nouvelles orientations comme celle de mener des modalités de pâture plus aptes à prévenir, contenir, réguler et restaurer la végétation des couverts herbacés fourragers des pâtures.

³⁰⁴ Contraintes biophysique du milieu (climat) et zootechnique (reproduction/vêlages) ainsi que celle des marchés des compensations financières (ex. : le versement de la PMTVA en juillet, vente saisonnée des Vaches de réformes en automne...)

Principaux prototypes de modules de lots d'animaux à agencer, accorder en systèmes d'allotement



642.2. Allocations des lots dans des zones parcellaires suivant leurs fonctions

Aux logiques d'allotement du cheptel correspond un zonage du territoire des exploitations qui relève des logiques organisationnelles des élevages. Les lots d'animaux sont affectés dans différentes zones suivant l'attente et les fonctions attribuées par les éleveurs aux animaux qui composent ces lots. Schématiquement cette adéquation lot/zone peut être perçue comme une règle où se glisse un curseur entre deux bornes qui correspondent à des lots d'animaux... :

- { qui demandent peu de surveillance et considérés comme peu exigeant sur le plan alimentaire ; Il peut se trouver par exemple à cette borne des lots de génisses de croissance ou de jeunes mâles ;
- } qui nécessitent des soins ou une attention rapprochée ainsi que des pâtures considérées de bonnes qualités ; Pour exemple, il peut se trouver à cette borne des sevrans ou des vaches en fin de gestation ou juste après le vêlage avec leur veau.

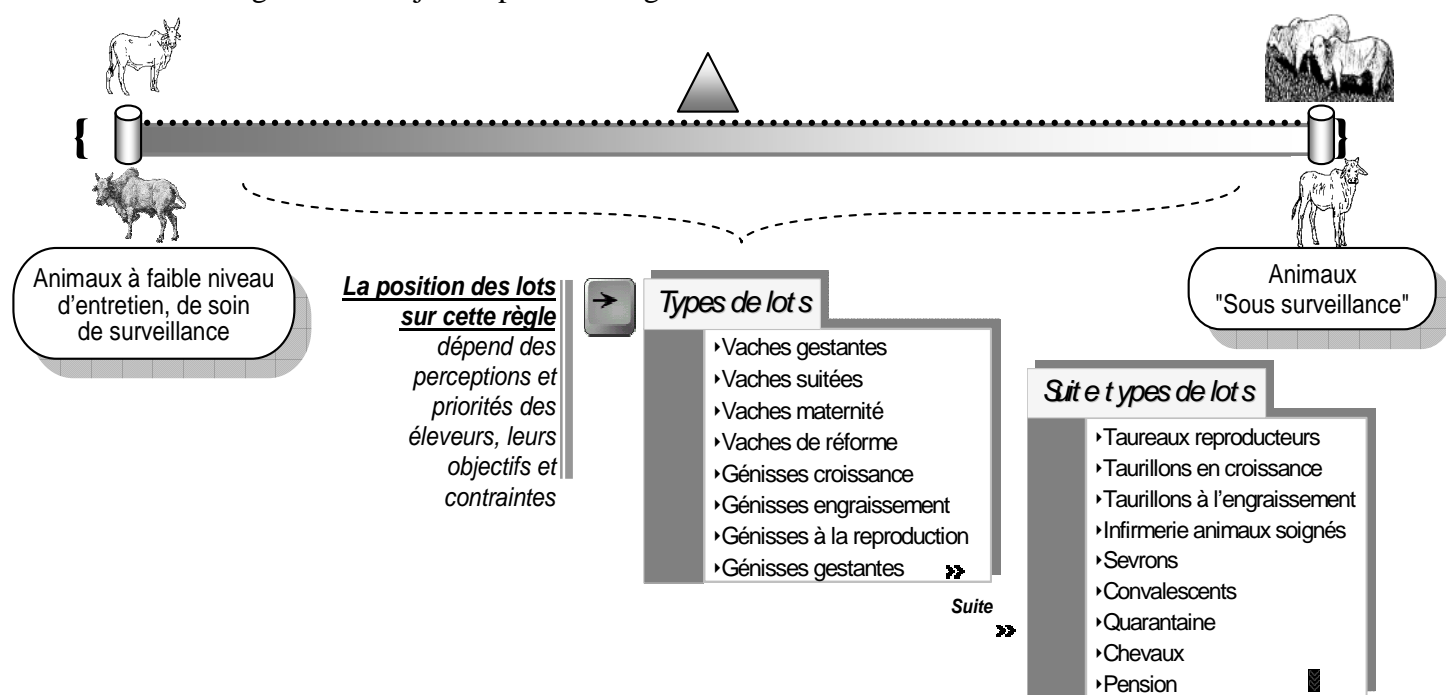


Figure n°213 : Règle – curseur d'allocation des lots dans l'assolement du zonage de pâture

Ces principes d'agencement en zones du territoire et de répartition des lots du cheptel, suivant ces zones, constituent un cadre général et invariant des élevages que nous avons étudiés. Au sein de ces grandes logiques d'organisation et de fonctionnement se distingue néanmoins des variantes dans les pratiques. Nous avons tout d'abord enregistré les variations qui portaient sur le système d'assolement, la répartition des différentes pâtures dans la STH³⁰⁵ générale (en %), ainsi que sur le rythme (la fréquence) des modifications apportées aux assolements (zonages) et aux réallocations des lots dans les zones, ainsi que leur ampleur (ajustement ou réorganisation générale) et leur portée (objectif, tactique, durée).

Nous avons du aussi apporter des précisions complémentaires sur les modes de conduites pour affiner des groupes de pratiques et préciser nos différenciations entre élevage en portant une attention particulière sur les points suivants :

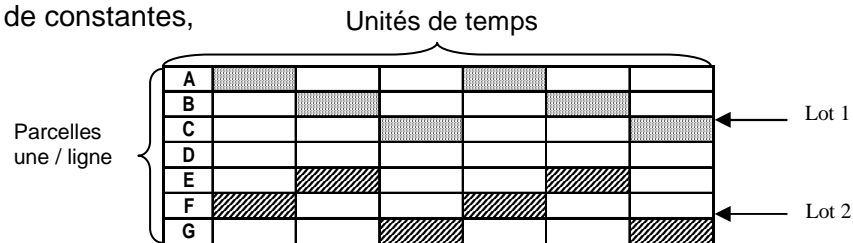
³⁰⁵ STH : Surface Toujours en Herbe

642.2a La constance (la tenue) des lots dans des groupes de parcelles ; Deux grandes tendances :

- ↪ les animaux d'un lot restent ensemble à chaque changement de parcelle ⇨ ❶ ;
- ↪ les animaux d'un lot peuvent être séparés, en plusieurs sous lots lors de changement de parcelles ⇨ ❷ .

Les lignes d'évolution des lots (par animaux type) dans le temps peuvent être qualifiées soit :

❶ → de constantes,



❷ → en "fragmentations/regroupements chroniques"

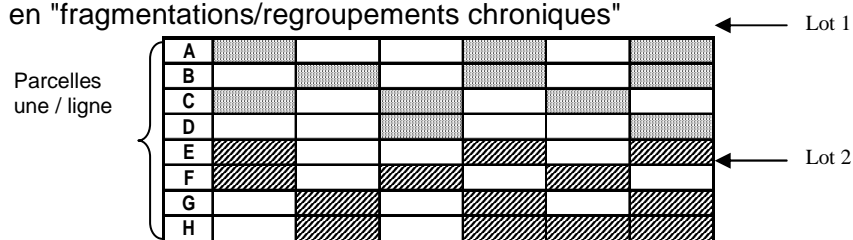


Figure n°214 : Evolution constante ou fragmentée d es lots dans les parcelles

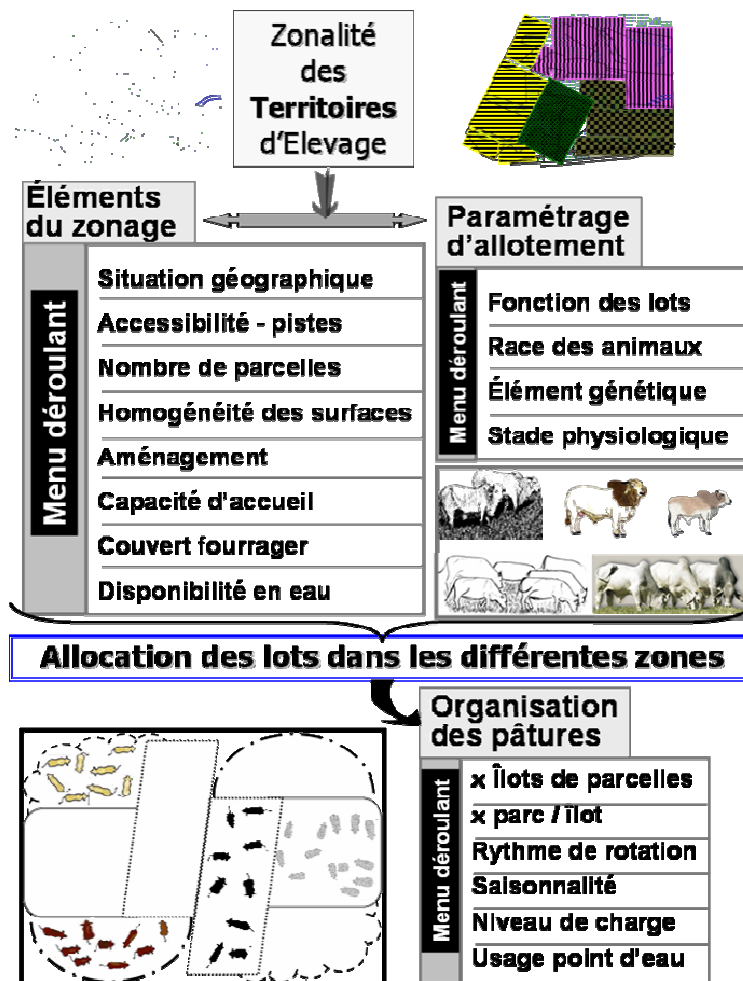


Figure n°215 : Zonage et allocation du bétail sur les territoires des élevages

Parmi les raisons invoquées par les éleveurs qui pratiquent la fragmentation des lots nous avons noté par exemple le tarissement saisonnier de points d'abreuvement dans des parcelles, des croissances de repousses du couvert fourrager très différenciées entre prairie/parcelle...

642.2b L'évolution des pôles de pâturages ; Les logiques de zonages ont été évoqués, il reste à tenir compte de leur évolution dans le temps. Les élevages présentent, dans leur territoire, des polarités de pâture par types d'animaux qui sont plus ou moins stables. Ce système s'organise principalement autour de deux pôles :

- ➔ les lieux où pâturent les troupeaux de reproductrices,
- ➔ les zones où pâturent les animaux en croissance/engraissement.

Suivant les exploitations, le système de polarité est plus ou moins stabilisé. Lors de nos analyses, pour une appréciation globale, nous avons tenu compte à la fois de :

- i) la continuité et du degré de spécificité des polarités (ou degré de mélange de lots de différents types d'animaux dans une même zone)
- ii) la constance ou fragmentation (division et regroupement) chronique des lots dans les parcelles.

L'observation et l'examen de ces aspects sur les pratiques de conduite d'élevage permet d'évaluer le niveau de complexité du pilotage des herbages au jour le jour mais aussi dans le déroulé des saisons.

642.3. Caractérisation et organisation des rotations et îlots de pâturage

La plupart des lots et des parcelles, des élevages étudiés, s'inscrivent dans des logiques de rotation. Leur conduite se caractérise par le regroupement géographique de parcelles (ou non) en îlots de pâture et par le nombre de parcelles les constituant. Ces informations sont à relier avec celles, vues dans les parties précédentes, qui portent sur les "profils de pâturage" des prairies (rythme des changements de parcelles, des temps de repousses, des niveaux de charges) et celles sur les systèmes d'allotement et d'allocation des lots dans des prairies (parcelles, îlots, zones/pôles de pâture).

Les premiers renseignements relevés sur les rotations et les îlots de pâture concernent le nombre de parcelles. Trois niveaux d'association de parcelles mises en rotation sont le plus fréquemment rencontrés ; niveau en association de :

- ⊗ deux parcelles, en système de rotation par alternance, d'un même lot,
- ⊗ trois parcelles mise en rotation avec le même lot d'animaux,
- ⊗ plus de trois parcelles ; rotation fréquemment articulée en cinq parcelles.

Les îlots de pâturage qui comprennent plus de trois parcelles sont essentiellement attribués aux troupeaux de reproductrices dont les cheptels sont supérieurs à 60 vaches. Leur charge instantanée moyenne ($2.000-3.000 \text{ kg.ha}^{-1}$) engendre néanmoins un piétinement qui provoque rapidement des souillures du couvert herbacé qui se traduisent par de nombreux refus, dans le couvert végétal prairial, par les vaches et plus encore par les veaux qui s'essayent à la pâture. D'où cette pratique assez répandue des éleveurs d'organiser des rotations pour ces troupeaux (reproduction à fort effectif) à faible durée de passage ($\approx 7-10$ jours). Information qui doit être rapprochée à la durée de repousse d'une prairie, suivant les espèces fourragères, les saisons et les attentes de éleveurs, soit dans une fourchette de 4 à 8 semaines de repousses pour des séjours de une à deux semaines à la parcelle.

Les îlots en rotation par alternance (une parcelle puis l'autre) sont le plus souvent affectés aux lots d'animaux en croissance ou en engraissement. Le regroupement en deux ou trois parcelles relève de choix tenant compte : i) du type de couvert, ii) de leur vulnérabilité

(sensibilité à se souiller) ; des espèces fourragères en place et leur aptitude à maintenir leur valeurs nutritives plus ou moins vite (Aumont *et al.*, 1991). En effet les rotations réalisées avec peu de parcelles connaissent des changements plus lents : 5-7 semaines, notamment avec les prairies en *Brachiaria humidicola*. Pour chacun des niveaux se trouve (ou pas) associé une parcelle complémentaire exploitée/pâturée pendant les saisons à faible productivité fourragère des prairies. Ces périodes correspondent aux époques de l'année plus sèches ou à l'inverse trop humide. Lors de ces épisodes météorologiques très contrastés, nous avons noté le développement d'apports de balles rondes de foin et même parfois de balles humides enrubannées sous plastique. Autant en période sèche le bétail peut être entretenu dans les parcelles qui leurs sont affectées grâce aux apports de foin. En revanche, en période très humide, même si des apports fourragers complémentaires sont apportés, les prairies peuvent être trop détrempées pour maintenir les lots dans leurs parcelles, car il existe de réels risques de piétinement du sol et d'altération racinaire de la végétation fourragères. D'où la nécessité d'utiliser ponctuellement des parcelles supplémentaires aux îlots constitués.

Les parcelles complémentaires aux îlots/groupes de parcelles de pâture sont fréquemment utilisées, durant ces périodes, par plusieurs lots. Dans ce cas, le temps respecté entre deux passages de lots correspond surtout au temps minimum de ressuyage, mais pas à celui d'une repousse fourragère suffisante.

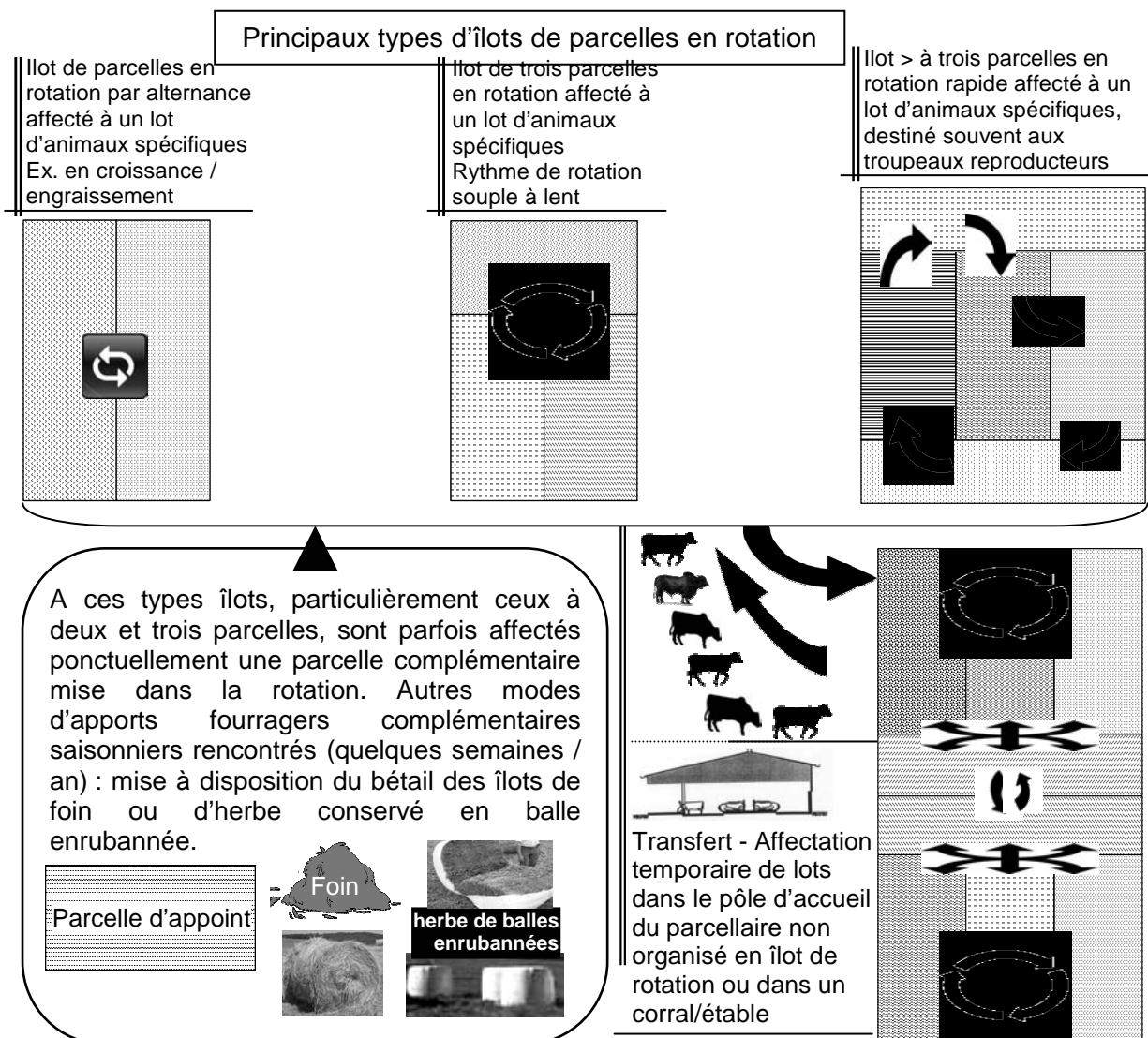


Figure n°216 : Système d'îlots de rotation

Durant les époques humides, il est aussi pratiqué la mise en "corral/étable" de lots perçus par les éleveurs comme vulnérables, notamment les "troupeaux maternités" et les lots de sevrans. Il commence aussi à apparaître des tentatives de déstockage des prairies une partie de la journée en utilisant certaines portions de pistes comme aires de repos, comme cela se pratique couramment dans les systèmes d'élevage herbager bovins en Nouvelle-Zélande (Le Gall, 2001). Nous notons aussi, par la lecture de ces aspects informatifs, des divergences entre élevages (et parfois intra élevage) concernant la stabilité des îlots. La stabilité ou l'instabilité de l'organisation et de la structuration du parcellaire portent sur :

- Le nombre de parcelles dans les îlots, hormis les parcelles complémentaires ponctuellement ajoutées aux îlots à certaines saisons,
- La recomposition des îlots, par l'échange de parcelles,
- Le déplacement géographique de lots et d'îlots de pâturage,
- La réallocation de lots dans le système des îlots ou inversement,
- La configuration des zones/pôles d'accueil non organisés en îlots de rotation.

Certains îlots de pâture présentent la caractéristique de ne pas être attribués à des lots spécifiques d'animaux. En effet, des groupes de parcelles ont des fonctions multiples qui accueillent plusieurs lots en alternance entre eux dans des espaces qualifiés de "zones/pôles de pâtures d'accueil". Ces zones peuvent être utilisées alternativement entre plusieurs lots et dans certains cas ils peuvent servir d'appui à d'autres groupes de parcelles en rotation, comme "ressources tampons sur pieds". Parmi les fonctions de ces "îlots tampons" en zone d'accueil (multi – troupeaux) peut aussi se trouver des parcelles conduites une partie de l'année pour produire des réserves fourragères stockable en foin ou en balles enrubannées. Fréquemment les îlots accueillants plusieurs lots dont le passage s'inscrit dans des calendriers enchevêtrés, se trouvent aux abords des corrals/étables et des habitations pour des besoins de surveillance et de soins particuliers à apporter aux animaux.

Ces zones/pôles d'accueil aux fonctions multiples se caractérisent aussi par des recompositions fréquentes dans les regroupements de parcelles pour conduire des rotations. Ils se trouvent fréquemment dans des zones précises du territoire, peu éloignées des bâtiments de l'exploitation, constituant ainsi une autre polarité dans le territoire des élevages. Les autres polarités étant comme indiqué précédemment : 1] Le pôle où se trouve les îlots qui accueillent les troupeaux de reproduction et 2] Le pôle des îlots de lots d'animaux en croissance/engraissement.

643. Grandes tendances d'organisation et pratiques de conduite

Nos études sur les modalités d'organisation et d'aménagement (investissements) des territoires d'élevage mis en regard avec nos travaux d'appréciations sur les pratiques d'allotement, d'allocation des lots dans des zones/pôles des pâtures et nos observations sur fonctionnement des formes de rotations (en îlots de différentes fonctions avec des parcelles supplétives), nous permet d'établir plusieurs tendances lourdes d'évolution des élevages.

Trois grandes tendances se dessinent à travers les trajectoires des élevages suivis et des renseignements issus sur l'évolution d'autres élevages :

- Elevages peu structurés où les assolements, allotements et allocations des lots sont limités. De part leurs infrastructures, ces exploitations peuvent juste avoir recours à de simples ajustements conjoncturels. Lorsque qu'elles doivent faire face à des adaptations dans tout l'élevage, ils ne peuvent pas éviter des opérations ayant des effets brusques sur la végétation. La régulation des rotations du bétail en croissance ou en engraissement repose sur l'utilisation d'une zone du parcellaire non organisée en îlot, dans lesquels les parcelles n'ont pas

d'attribution et fonctions spécifiques. Cela se trouve dans des "élevages installés" (depuis les années 1970 – 1980) qui ont trouvé un "rythme rodé" de leurs pratiques dont l'organisation et l'infrastructure sont très simplifiées, mais dont les marges de manœuvre "bétail/pâture" sont faibles. Les "élevages en attente" ont un "profil" proche, mais par défaut, car en attente d'opportunités pour évoluer, se développer. Ces élevages privilégient, le court terme, notamment les besoins alimentaires du bétail au détriment souvent de la végétation prairiale. Particulièrement dans les zones où sans rotation et qui accueillent différents types de lots dont leur évolution (déplacement) s'enchevêtre dans le calendrier.

- Elevages en réadaptation continue dont le fonctionnement général nécessite de fréquentes et assez amples modifications du zonage et de l'allocation des lots. "L'ilotement" du parcellaire est peu stabilisé. Une surface importante du parcellaire est conduite en rotations conjoncturelles sans lots d'animaux affectés spécifiquement à des parcelles. Il en ressort une conduite pouvant être qualifiée de "pratiques d'ajustement permanent au coup par coup". Les élevages qui se trouvent dans ce type de situation mènent des ateliers complémentaires à leur propre élevage naisseur/engraisseur : l'accueil d'animaux en pension, l'importation subventionnée d'animaux à engraisser, la constitution de lots supplémentaires d'engraissement. Ces opérations ont le plus souvent pour objet de "maintenir la trésorerie à flot" de ces élevages dont les structures ont des assises en cours de construction ou qui doivent être renforcées / consolidées. C'est dans les exploitations qui connaissent ce type de conjoncture que se trouvent des degrés élevés de dégradation du couvert prairial et d'altération générale des ressources (y compris d'érosion végétal et du sol). Ces circonstances engendrent des difficultés supplémentaires d'organisation qui obligent à opérer de fréquents changements dans les allotements, les réallocations des lots et parcelles, les assolements et les "îlotements". Ces ajustements permanents, dans les circonstances précitées, amènent ces élevages dans une spirale, un cercle vicieux.
- Elevages en adaptation tendancielle dont les changements (de zonage du parcellaire et de réallocation des lots) sont le plus souvent anticipés et inscrits dans des projets d'innovation du système d'exploitation. Cette capacité de prospection s'appuie sur un degré d'aménagement élevé du territoire de l'exploitation ainsi que d'une infrastructure importante. Ce travail et cet investissement dans l'espace de ces élevages leur permettent de structurer des parcellaires stables et fixes avec des zones et des îlots de pâturage/rotation définis et constants. Il résulte que les pratiques et les conduites d'allotement ainsi que ceux d'allocations/affectations des animaux sont tout d'abord élaborées en fonction du parcellaire et de l'organisation du territoire et non l'inverse. Dans ce type d'élevages, les modifications sont rarement conjoncturelles et brusques, mais plutôt instruites pour piloter des ajustements par palier en jouant sur l'assouplissement des allotements et une revue des effectifs des lots. L'adaptation par les animaux se fait dans des cadres de règles établies simples et stables, notamment la conduite en lots/bandes d'animaux mâles (castrés) et femelles assemblés dès leur sevrage jusqu'à leur sortie de l'exploitation ou la mise à la reproduction.

Ces trois grands prototypes de tendances permettent de situer le cadre dans lequel l'éleveur construit ses décisions et ses modèles d'actions. Chacune de ces descriptions d'organisation, de fonctionnement et mode d'évolution, correspond, dans certains cas, à des élevages en leur entier. Il existe aussi des élevages qui présentent des caractéristiques "panachées" (de plusieurs de ces prototypes), notamment ceux qui entament des phases de transmissions de logiques d'organisation et de fonctionnement opératoires. Ces exploitations ont souvent des portions, du territoire, qui présentent différentes conduites.

Des élevages étudiés et observés, il ressort que leur évolution dépend des choix portant sur : l'aménagement du territoire des exploitations, les modes d'aménagement (investissement) de l'espace, les prairies (leurs couverts) et les moyens techniques de leur entretien.

→ Sur les infrastructures nous avons noté comme principales évolutions dans les élevages :

- ↳ L'augmentation du réseau de piste, amélioration de l'accessibilité des parcelles,
- ↳ "Reclôturage" en vue d'une meilleure homogénéité des surfaces entre parcelle,
- ↳ L'accroissement des points d'eau d'abreuvement permanents.

→ Sur les prairies nous avons surtout remarqué comme principales transitions une :

- ↳ Extension des surfaces prairiales en *B. humidicola* et diminution de celles en *D. swazilandensis*,
- ↳ Réduction du rotobroyage et développement du désherbage chimique localisé.

En matière d'organisation globale, la spécialisation de différentes portions du territoire se généralise dans tous les élevages. En revanche, nous avons vu que le recours à la mise en place d'îlots de rotations (réguliers) n'est pas systématique dans les élevages. Toutefois, la grande majorité des éleveurs structure partiellement leur parcellaire, et dans quelques élevages l'ensemble du parcellaire est structuré.

65. Discussion

Les analyses réalisées dans cette section, sur les pratiques d'élevage, indiquent et présentent les cohérences d'articulations avec les modes d'organisation d'ensemble dans les exploitations. En reprenant les relations démontrées dans les parties précédentes, entre les opérations menées par les éleveurs dans les parcelles et l'état des prairies, nous obtenons un assemblage général qui nous a permis d'apprécier les "cadres de pratiques" et corps de règles d'organisations et de conduites des exploitations. Par l'identification des grandes pratiques communes, l'étude de leurs différentes déclinaisons a permis de faire ressortir plusieurs modèles (orientations) d'agencements d'opérations (spatiaux et temporels). Ils peuvent être qualifiés de "stratégies pour l'action de productions" (animales) en vue de remplir (atteindre) des objectifs qui s'inscrivent dans des attentes certes multiples mais qui reflètent principalement (pour nous) les obligations que perçoit l'éleveur en matière de viabilité et même de progression de son élevage. Pour saisir et caractériser les stratégies, il s'avère nécessaire, dans un premier temps, d'identifier et d'expliquer les processus de décisions qui induisent des pratiques (Girard *et al.*, 1994).

Ce type d'objet de recherche, les pratiques, apparu durant les années 1980 en France, dans le champ de la recherche agronomique, est classique dans celui des sciences de l'Homme, pour qui les "pratiques productives" représentent une catégorie importante des "pratiques matérielles" (Landais et Deffontaines, 1988). Elles sont étudiées aussi pour appréhender les savoir-faire et savoirs autochtones (Dupré, 1991). Notre travail sur le fonctionnement et la structuration des élevages a fait ressortir leurs grands "cadres communs de pratiques" que sont : l'allotement du bétail, le zonage (ou polarisation) du parcellaire, l'assolement des lots dans les pâtures, les rotations (rythmes) du bétail dans les parcelles, l'organisation du parcellaires en îlots de rotation, la taille et le poids des lots (chargements et les modalités de leurs niveaux), les choix d'aménagements et de structuration (investissements & infrastructures) du territoire d'élevage. Chacun de ces champs ("cadres de pratiques") se compose de plusieurs rubriques identifiées comme des "menus déroulants". A titre d'exemple, dans le "menu allotements", nous avons distingués deux "rubriques" (logiques propres) : 1] les animaux reproducteurs, 2] les animaux en "croissance / engraissement". De façon identique à

un "menu déroulants en cascade" se trouve pour chaque "rubrique" plusieurs sous modalité, pour exemple, dans le cas des allotements : les animaux en "croissance - engraissement" se composent de deux grands types de logiques de tenues des lots (ou sous modalités) : les "lots – bandes" ou les "lots - stades physiologiques".

De façon conjointe aux pratiques de conduite (relevant du temps rond), nous avons étudié les modalités d'aménagements et les niveaux d'infrastructures (relevant du temps long) des territoires d'exploitation. Il en ressort des liens fonctionnels évidents entre la structuration du parcellaire, son niveau d'investissement et l'organisation générale de l'élevage avec ses pratiques de pilotages à commencer par celui de l'équilibre des ressources en mettant en œuvre tout particulièrement des modalités de conduite du rapport entre la demande et l'offre fourragère. (Boudet, 1975 ; Duru, Hubert, 2003 ; Hervé, 1998).

651. Des prototypes de fonctionnement contrastés

Comme prototypes opposés nous avons montré des situations où le pilotage s'effectuant dans des territoires à faibles aménagements repose principalement sur l'ajustement et le mouvement d'animaux entre lots (et fluctuation de l'effectif des lots), à l'inverse dans des territoires fortement structurés en pôles de pâture (attachés à des types d'animaux), îlots de pâture, le pilotage passe par la constitution de lots/bandes adaptés au territoire et à sa ressource.

De la synthèse de notre lecture, nous relevons que les éleveurs disposent et mettent en œuvres différentes variables d'ajustement. Des exploitants ont principalement recours à des pratiques/tactiques d'ajustement qui portent sur les animaux. D'autres procèdent principalement à des ajustements par l'organisation du territoire et l'évolution des prairies. Les logiques d'organisation et les méthodes d'ajustements en termes de pratiques/tactiques, des éleveurs, s'inscrivent dans une logique d'ensemble en amont qui prend sens dans les objectifs de productions des élevages.

Les élevages qui fonctionnent principalement en jouant sur des ajustements basés sur les lots et les animaux avaient des objectifs d'engraissement plus rapides (qui ont pour cela recours à des apports de compléments alimentaires achetés à l'extérieur). Ce sont ces mêmes élevages qui accueillent régulièrement des animaux de l'extérieur pour les engraisser ou prendre des animaux en pension, dont la croissance ou l'entretien fait l'objet de rémunération.

De nos entretiens directes avec ces éleveurs, et de discussions élargies (avec des personnes de leur entourage), nous avons pu enregistrer que la trésorerie de leur exploitation, d'un niveau faible, connaît régulièrement des tensions (à noter qu'il n'existe pas de service bancaire agricole en Guyane, l'option la plus répandue pour tenir en situation de trésorerie déficitaire est d'accepter des découverts bancaires à 17% d'agios), d'où le besoin de ces élevages d'avoir des productions qui puissent rapporter relativement rapidement des ressources financières. Certains de ces élevages, en recherche de consolidation de leur trésorerie, étaient amenés à tenir des petits ateliers complémentaires d'élevage et d'agriculture (élevage de pintades, élevage équin pour randonnée et autres, vente de foin de qualité pour les propriétaires de chevaux, jardin d'horticulture). Cette stratégie de diversification avait permis à bien des élevages de supporter des périodes de crises à la sortie du "Plan Vert" à la fin des années 1980 (Gachet, 1990). A l'époque de notre étude, les élevages qui se trouvent dans la nécessité de mener des productions de façon à avoir des rémunérations plus rapidement sont le plus souvent, encore, en cours d'installation ou de grande rénovation de l'exploitation. Reste qu'il y a aussi des exploitations qui enregistrent de très forts taux d'endettement (dettes acquises et rééchelonnées du temps du "Plan Vert", mais aussi d'organismes de crédits et défiscalisations métropolitains) et dont les annuités élevées et fréquentes de remboursement nécessitent de régulières rentrées financières.

Les élevages dont le fonctionnement repose principalement sur l'organisation de leur territoire et de leur parcellaire enregistrent des cycles de productions plus lents. Les animaux sont d'ailleurs engraisés avec très peu de compléments alimentaires (contrairement à ceux décrits dans le § précédent), généralement l'apport en fin d'engraissement atteint 500 g de son de riz par tête. Dans cette logique les mâles sont castrés et peuvent être vendus jusqu'à 36 mois. Cette conduite repose sur des pâtures dont les repousses se maintiennent en toutes saisons, même s'il y a des fluctuations saisonnières. Ces exploitations ont eu pour stratégie d'établir un territoire fonctionnel. Leur niveau d'agencement des infrastructures leur permet de mener des programmations de conduites des troupeaux et lots en adéquation avec le renouvellement des ressources fourragères.

La structuration du parcellaire en îlot de rotation est stable en raison notamment d'un important maillage de pistes d'accès et de points d'abreuvement permanents dans toutes les parcelles, ainsi que d'un couvert prairial qui présente une production constante dans l'année (à base de *B. humicola*). Si les allocations, de lots dans les zones de pâtures et plus précisément dans les îlots de rotation, s'avèrent dans ces exploitations aussi stables cela résulte aussi de la conduite de lots qui sont constants de part leur formation et leur effectif. Pour illustration, les animaux en croissance/engraissement sont dans ces élevages conduits en bandes, c'est-à-dire que dès le sevrage les veaux mâles (castrés) et femelles sont mis en bande/lot et y resteront jusqu'à leur sortie pour l'abattoir (hormis les femelles destinées à la reproduction qui sont retirées pour être placées dans un lot de génisses de reproductrices).

Ces élevages ont un équilibre financier qui leur permet de ne pas avoir de contraintes de trésoreries. Cela a pour effet de leur éviter généralement de prendre trop brusquement des options techniques et pratiques dont les conséquences pourraient poser des problèmes dans le rapport "animaux/pâtures". Grâce à leur organisation parcellaire qui comprend des zones ou parcelles de secours (tampons), ils peuvent aussi jouer sur la durée de garde (conservation sur pieds) de leur animaux arrivée en fin d'engraissement. Cette sécurité alimentaire notamment en pâture, conjuguée à un système comptable et financier solide (sain et équilibré) leur offre la latitude de vendre quand le cours de la viande en Guyane est le plus favorable.

Ces exploitations qui présentent des organisations établies pouvant garder un rythme régulier de fonctionnement et de production même en période de contraintes et de tensions (ce qui permet de qualifier ces élevages de résilients) se sont pour la plupart construites par palier en aménageant leur territoire par zone. Si la plupart de ces élevages sont relativement anciens, certains néanmoins sont assez récents (10-15 ans). Ils ont pu réaliser rapidement leurs projets d'infrastructures et de structuration de l'espace en ayant recours à divers systèmes de crédits et des aides publics. Ces nouveaux élevages ont bénéficié de l'expérience de la profession³⁰⁶ autant pour le montage de dossiers de financements que pour les connaissances techniques.

D'autres exploitations se distinguent des deux prototypes précédents. Elles ont en commun de présenter des caractéristiques contrastées en matière de structuration de l'espace ainsi qu'en matière d'organisation des conduites d'élevage.

Ces élevages optent, le plus souvent, pour des aménagements spatiaux par portion du parcellaire. Certains sont composés de parcelles allouées à des lots spécifiques. Souvent il s'agit de lots de reproductrices qui présentent pour les éleveurs un sens particulier pour s'inscrire dans la durée, en raison notamment de leurs caractéristiques phénotypiques (Zébus brahman, *Bos taurus* de races européennes, bétail métissé). A ces lots sont généralement alloués un groupe de parcelles afin de réaliser des rotations.

³⁰⁶ L'expérience et les connaissances des éleveurs en place, ainsi que les salariés du groupement de producteurs devenu Coopérative, l'appui des agents du Centre de gestion et d'économie rurale, du Cirad...

Les parcelles en rotation peuvent constituer des îlots (lorsque leur affectation à un lot ainsi que leur gestion est stabilisée). Toutefois, sur ce point aussi se trouvent deux principales dispositions, l'une quand les îlots présentent un caractère saisonnier, l'autre quand les îlots permettent une rotation d'un lot (d'animaux) en interne à toutes les saisons. L'organisation en îlots saisonniers a recours à des parcelles de secours/tampons ou des parcelles à usages (allouées) de plusieurs troupeaux au cours du calendrier. Ces parcelles qui ne sont pas allouées à des troupeaux bien distincts, constituent dans ce type d'élevages des zones (portions) importantes de leur territoire (entre 1/4 et 2/5^{ème}).

D'autres élevages qui répondent à des modes d'organisation similaires se rencontrent dans des exploitations qui comprennent d'autres ateliers agricoles ou d'élevages d'importances. En l'occurrence nous avons eu le cas avec des éleveurs bovins qui avaient aussi de conséquents (pour la Guyane) élevages de volailles (poules pondeuses, poulets de chair) ou de porcs (naisseur/engraisseur). L'attention de ces éleveurs s'avère plus fixée sur leurs ateliers d'élevages à cycles courts. Dans ces exploitations, le parcellaire présente un fort niveau d'aménagement autour des bâtiments (habitations, hangars, corrals, bâtiments des ateliers d'élevages à cycles court).

Dans ces élevages, le renforcement des infrastructures du territoire dépend assez nettement du fonctionnement des autres activités agricoles (de leur rendement financier ainsi que de la disponibilité en temps de travail qu'elles laissent aux éleveurs). Quand elles atteignent une certaine sécurité et qu'elles paraissent stabilisées, les éleveurs font alors généralement des investissements, le plus souvent par palier, en matière d'aménagement du parcellaire et ils adoptent également des ajustements structurels relatifs aux conduites des allotements, allocations, îlotements, rotations, charges...

De cette revue générale sur l'organisation et le fonctionnement des élevages bovins viandes en Guyane, nous avons pu décrire les principales pratiques de conduites, apprécier leurs articulations avec l'organisation du territoire. Ce travail nous a permis d'aborder les stratégies développées par les éleveurs pour répondre à leurs objectifs/besoins de productions. L'approfondissement des informations obtenues nous a permis de percevoir les traits marquants de ces systèmes d'élevages. Nous avons pu mettre en exergue les "murs porteurs", les "cadres génériques" des ces systèmes afin d'établir les prototypes des modes d'organisation, de structuration et des pratiques de conduites des élevages.

Nos prototypes sont des modèles généraux représentatifs de l'organisation et l'exercice des pratiques de ces systèmes d'élevages herbagers en zone équatoriale que nous avons étudiés et que nous avons pu décrire sous des formes différenciées. Chacun des prototypes constitue une lecture analogique sur une réalité dynamique qui permet d'intégrer des points de vue plus large. Ils abordent notre objet de recherche qui se fonde sur une image perceptible, caractérisée et explicite. Ces systèmes d'élevage n'ont pas été soumis ou contraints par nos analyses. Nous avons pu recueillir leurs expressions, évolutions, transitions grâce aux suivis réalisés sur plusieurs années. Nous avons ainsi pu tenir compte du fait qu'un prototype est fidèle à un sujet en général tel qu'il est admis par tous (Dortier, 2004). Il en résulte que son expression, sa représentation n'est pas le fruit de simples études basées d'après des moyennes mais d'après les caractéristiques intrinsèques, propres et identitaires communes à tous les élevages particuliers affiliés à des perceptions générales de ces élevages. Il partage l'intégralité de ses caractéristiques ; la réciproque est fautive, c'est-à-dire qu'un élevage particulier partage quelques unes de ses caractéristiques (les principales ou les plus représentatives de ce qu'il est) avec son prototype général tout en conservant ses caractéristiques uniques qui en font un individu à part entière.

Le prototype se veut indépendant de tous les a priori et ne tient compte d'aucune convention, il s'agit de la formalisation la plus fidèlement représentative de ce qu'est le sujet général et ce le plus objectivement qu'il soit possible. Cette attitude au sens de Liu (1997) m'a permis d'avoir avec les éleveurs, des échanges directs et périodiques, qui ont pu se préciser encore plus en ayant comme support de médiation, des prototypes de représentation d'organisation et de fonctionnement des élevages. Une structure de représentation, car s'il ne peut se représenter a priori, il le peut au travers des représentations des expériences qu'il suscite et organise. Les schèmes fondamentaux de nos prototypes, que nous qualifions aussi de "murs porteurs" ou de "figures signifiantes sur le plan collectif" sont aussi en liens avec les savoirs locaux professionnels au sens de Darré (2004). Ces schèmes fondamentaux reconnus (invariants) dans notre études étaient portés par :

- ♦ L'enclosure du territoire de l'élevage,
- ♦ La structuration du parcellaire,
- ♦ L'allotement du bétail,
- ♦ La production d'animaux de boucherie,
- ♦ La reproduction en monte naturelle,
- ♦ La pâture permanente toute l'année jour et nuit,
- ♦ L'exploitation de pâturages installés (créés),
- ♦ La polarisation en zones spécifiques de pâture,
- ♦ L'allocation des lots dans le parcellaire,
- ♦ La rotation et îlots de rotations,
- ♦ La basse complémentation alimentaire.

Par ce travail sur la représentation de prototypes sur l'organisation et la conduite d'élevage nous avons pu reprendre notre questionnement sur leurs systèmes de fonctionnements et leurs pratiques leur permettant ou non de prévenir et de contrôler les infestations de leurs prairies. Nous avons pu aborder les questions touchant aux marges de manœuvre et d'ajustement des élevages qui souhaitent tendre vers des systèmes de conduites qui dispenseraient aux prairies des qualités de résistances, de résiliences et de stabilités aux perturbations du couvert fourrager.

Une fois les schèmes invariants identifiés, puis validés par la reconnaissance de leurs pertinences auprès des professionnels, nous avons pu approfondir l'observation des élevages afin de caractériser leurs particularismes en matière d'organisations structurelles, (du territoire et du cheptel), de pilotage stratégique saisonnier et pluriannuel, d'évolution et de transition lourde de leurs systèmes de fonctionnement. L'appréciation des variants, des modalités de variations des schèmes invariants ("murs porteurs", délimitant le champ des modalités) constituant le prototype général (le cadre de références) nous a permis de traduire les spectres des pratiques (pour chaque schème) et leurs articulations dont leurs incidences peuvent avoir des effets sur l'état de dégradation et de salissement des prairies.

L'organisation structurelle d'un élevage (allotement et nombre de lots, allocation et répartition des lots dans l'exploitation, conduite de la reproduction) et son aménagement territorial (parcellaire, infrastructure, polarisation des zones de pâtures, mise en place d'îlot de pâture) délimitent (restreint) les degrés d'adaptations, d'ajustements et de tactiques de l'éleveur dans ses modalités de conduite. A titre d'exemple, un élevage qui conduit de nombreux lots (avec un ratio : lot/parcelle ≤ 2) peut connaître des difficultés d'ajustements tactiques notamment quand des points d'abreuvement de certaines de ces parcelles se tarissent. De la sorte, la formalisation de prototypes, relève bien d'informations extraites de situations dynamiques où les relations entre décisions et actions peuvent faire apparaître, selon les opérations techniques envisagées des applications (règles) différentes (Hubert *et al.*, 1993). Nous avons pu ainsi montrer que dans nos situations étudiées, les conditions d'organisation et de structuration de l'exploitation se trouvent bien liées aux objectifs de productions et inversement. Cette mise en relation peut paraître triviale quand il s'agit de types de productions bien distincts comme par exemple en élevage bovin la production de lait et la production de viande (Hostiou, 2003). Cependant, concernant nos élevages tous

"naisseurs - engraisseurs", nous avons noté qu'ils présentent pour la plupart des ventes d'animaux à des âges variables. Par le suivi, pendant plusieurs années, des lots et des sorties d'animaux pour la vente à l'abattoir ainsi que l'examen de ces ventes par types d'animaux, nous avons pu mettre en exergue les tendances et les stratégies lourdes des élevages en matière de production. Nous étions aussi en contact avec du personnel de l'abattoir régional (à Cayenne) où tous les élevages qui faisaient l'objet de notre étude et suivis amenaient leur production. Ainsi nous avons pu faire les recoupements nécessaires entre nos observations, les discussions avec les éleveurs et les services de l'abattoir. Les analyses comparées des projets et de leurs mises en opérations, des élevages étudiés, nous ont montré, confirmés la pertinence de grandes règles d'appréciations des pratiques. Nous avons pu confirmer et reprendre les analyses et les interprétations qui déclinaient des règles générales et des règles circonstanciées en matière de pratiques (Hubert *et al.*, 1993).

Nous faisons aussi le même constat que Meuret (2003) qui signale que « *La pratique des éleveurs pastoralistes consiste à ajuster régulièrement l'interface troupeau/milieu afin de réussir simultanément à alimenter chaque jour leur bétail tout en favorisant le renouvellement pluriannuel de leurs ressources* » d'où il souligne que « *les pratiques pastorales [se trouvent] entre temps court [rond] de l'alimentation des troupeaux [et le] temps long des ressources et du milieu* ». L'installation ou l'amélioration de couverts prairiaux, l'aménagement et la structuration du territoire (infrastructures, parcellaire, corral, zonalité, îlotement) la constitution de troupeaux reproducteurs... sont des pratiques majeures ou des "règles générales" qui s'inscrivent nécessairement dans une logique de satisfaction du projet de l'éleveur. Elles participent techniquement à la construction du système d'élevage herbager dans un sens projectif quelques soient les circonstances en cours. Elles contribuent plus particulièrement à assurer le maintien et le développement de la ressource en assurant la stabilité et la résilience du milieu.

Les méthodes d'allotements, les allocations du bétail (assolement), les rotations "îlotées" ou non, les chargements... sont mises en œuvre afin d'adapter, d'équilibrer assez régulièrement (quotidiennement, de façon saisonnière, dans une logique de temps rond) la demande fourragère du bétail avec les capacités des ressources et du milieu. Leurs applications par l'éleveur dépendent des conditions dans lesquelles il perçoit des informations relatives à l'état de certains des éléments du système. Elles nécessitent des actions conditionnelles et conjoncturelles qui révèlent plusieurs possibilités de déclinaisons et dont leurs applications peuvent être avancées ou retardées selon les situations du moment.

652. Des systèmes de production connaissant des dynamiques et des évolutions différenciées

Par la mise en évidence des pratiques, de leurs portées et par leurs appréciations, nous avons été en mesure de saisir, d'apprécier et d'interpréter les intentions des éleveurs ainsi que les modalités et les conditions de décisions. C'est en formalisant de façon cohérente les actes et les opérations des producteurs (à plusieurs niveaux d'organisation et de structurations spatiaux et temporels) que nous avons pu déceler leurs stratégies engagées et ainsi leurs projets compte tenu de leurs objectifs et de leurs contraintes (Yung et Zalasvski, 1992). La mise en perspective des élevages dans leur parcours, leur évolution fonctionnelle et organisationnelle, montre qu'au-delà des ajustements au quotidien, pour satisfaire les besoins fourragers du bétail, toutes les exploitations connaissent des transformations structurelles et en conséquence des adaptations de leurs logiques opératoires. Après avoir eu à comprendre comment les éleveurs prennent leurs décisions (d'où résultent différentes modalités de pratiques pour des opérations techniques), nous avons cherché à savoir de quelles façons les éleveurs se projettent dans des modifications, des évolutions, des adaptations, de leur exploitation et de quelles ressources d'informations ils disposent.

Depuis la crise sectorielle de l'élevage bovin en Guyane (1986-1992, après l'arrêt du "Plan Vert"), tous les éleveurs ont été en situation de grandes incertitudes (faillite de la coopérative de commercialisation, effondrement du prix de la viande bovine, ...), les services techniques d'encadrement disparaissaient, la recherche reconsidérait leurs études. Ils ne trouvaient que des sources d'informations dissonantes en conséquence tous ont commencé à procéder, de façon isolée, à des essais de pratiques empiriques, dont ils triaient leurs propres informations afin d'atteindre des solutions satisfaisantes à leur volonté de maintenir leur exploitation. Ces solutions acceptables, soutenables, relevaient certes de la pertinence de leur propre recherche itérative (Darré, 2004), mais aussi des circonstances socialement construites dont l'enseignement des expériences personnelles et celles mutualisées (Simon, 1997).

L'effacement "socio - administratif" des structures du développement de l'élevage en Guyane au tournant des années 1980/1990 n'a induit que peu de temps un profond isolement individuel des élevages survivants, très rapidement des réseaux informels ont été réactivés, non seulement entre éleveurs mais aussi avec des personnes concernées mais non producteur (de la recherche, de services d'appui technico-économique...). De cette relève, reconstitution, d'un tissu d'échanges local professionnel, est apparu assez rapidement un groupement de producteurs reconnu (transformé cinq ans après en coopérative), des projets d'études – actions co-financés par des éleveurs qui impliquaient plusieurs institutions dont la recherche.

De la mutation régionale socio-économique du secteur de l'élevage, est ressorti des ajustements majeurs dans chaque élevage qui étaient le fruit à la fois des expériences et savoir-faire des éleveurs ainsi que de leur positionnement social, avant pendant et après la crise. Des discussions avec les éleveurs, il ressort ainsi à la fois une part de perception propre individuel et une autre part de positionnement personnel par rapport au collectif ("de faire ou ne pas faire comme l'autre"). On peut illustrer cette perception propre des éleveurs, par leur avis sur l'appétibilité de l'herbe à partir de leur propre toucher (finesse de l'herbe) de certaines espèces, ce qui relève en partie d'un ressenti anthropomorphique. Mais sur le même registre d'exemple, les espèces fourragères, le fait d'avoir une certaine espèce fourragère dominante sur son territoire entre dans une logique d'affiliation à un groupe d'éleveurs ou inversement de la défiance envers d'autres, ce qui peut relever de situation classique positionnant dans un groupe social "les modernes et les anciens" face à de nouveauté, ou jugées comme telles (Darré, 1991). De ces perceptions propres, individuelles des éleveurs et du jeu conscient ou inconscient de leur positionnement sociologique (psychosociologique, au sens de Lévy, 2005), il se construit aussi des représentations, communes, collectives partagé par tous les acteurs du secteur local. Par cette fondation d'une culture sociotechnique commune, s'établissent des constructions sociales de savoirs (Figuié, 2001) sur la conduite d'élevage herbager en général et la préservation des prairies en particulier. Culture technique locale qui n'a pas moins toujours été ouverte à des informations et expériences extérieures. Les sources extérieures provenaient d'une grande diversité géographique (Afrique, Antilles, Brésil, France métropolitaine, Pays-Bas, Surinam...) et d'options technico-économiques, notamment sur l'échelle de l'intensification/extensification.

Des élevages ont tenté de conserver certaines pratiques sollicitant des intrants (dans la mesure de leur possibilité économique) qui étaient recommandées par les services d'encadrement au cours des années 70/80. D'autres ont reconsidéré plus radicalement ces consignes en s'appuyant sur d'autres options et les acquis obtenus de leurs expériences propres³⁰⁷.

³⁰⁷ En exemple, l'évolution des pratiques de certains élevages concernant l'azote, après avoir été amené à utiliser des engrais N, P K, à hauteur de 150 unités.ha⁻¹.an⁻¹, ces élevages sont passés à des apports d'urée (90 unités.ha⁻¹.an⁻¹) et de scories thomas, pour arriver à limiter l'apport d'azote qu'aux créations de prairies (30 unités.ha⁻¹) et d'avoir recours à des couverts prairiaux mixtes en association graminées/légumineuses.

653. La caractérisation et la reconnaissance d'une diversité de logiques d'élevages

Par la revue des concordances ou divergences des trajectoires des élevages, de leurs organisations structurelles du moment, de leurs articulations entre niveaux (multi/niveaux territoriaux, multi/phases temporels et multi/réseaux socioéconomiques), de leur conduite en cours, nous avons établi des cohérences d'analyses qui rentrent en consonance cognitive entre tous les acteurs locaux du secteur de l'élevage bovin à commencer par les producteurs. Cette plateforme (de perception/compréhension conceptuelle et mutuelle) a permis de faire émerger des références globales portant sur différents équilibres des systèmes d'élevages herbagers locaux. Cette assise de médiation a favorisé aussi l'émergence de voies d'évolution pouvant faire accéder à de nouveaux équilibres entre les besoins alimentaires du bétail et les ressources fourragères. Le référencement de voies pertinentes a été possible grâce notamment à nos suivis pluriannuels détaillés et réguliers des sept élevages les plus étudiés de notre étude (ainsi que d'enquêtes complémentaires ponctuelles dans d'autres exploitations). De la dialectique induite par ce programme (suivis et enquêtes), entre les acteurs, notamment entre les éleveurs et l'équipe de recherche, un travail de retranscription des perceptions convergentes a permis d'établir des références organisationnelles, des éléments techniques et de décrire les savoirs faire. Cette formalisation de connaissances s'est traduite en éléments d'outils d'aide à la décision (OAD) stratégique dans le cadre individuel d'une relation entre producteurs et les chargés d'appuis (Veysset *et al.*, 2000). Ces OAD ont fait l'objet également d'une utilisation collective comme support d'analyse et de simulation à la réflexion entre acteurs locaux (voir nationaux).

Les outils d'aide à la décision qui ont émergés de nos travaux se rattachent dans un premier temps à un cadre commun de références dans lequel pouvaient se développer, sans dissonance cognitive bloquante, des cartes heuristiques (Buzan, 1971). Ce cadre ou périmètre commun des schémas mentaux de présentations d'actes et de situations a été en soi le premier outil d'aide à la décision. Son émergence et sa consolidation ont reposé sur la reconnaissance des conditions d'évolution des élevages de notre part ainsi que notre prise en considération des connaissances des éleveurs. Nos suivis avaient pour objet pour les éleveurs d'observer des faits et des actes afin de partager, discuter avec eux de nos relevés et impressions. Ce couple observations/discussions, prenant en compte le contexte de l'élevage et les savoirs des éleveurs, a bâti le cadre commun de compréhension et a apporté une reconnaissance aux producteurs. Cette dimension dialectique et psychosociale se retrouve fréquemment dans les recherches qualifiées de "recherche de proximité", "recherche action", "recherche impliquée", "recherche participative"... (Lévy, 2005 ; Liu, 1997).

La reconnaissance des savoirs et savoir-faire des producteurs, leur faculté à être en relation, fait partie des conditions essentielles à l'élaboration de projets de développement de l'agriculture ou de l'élevage (Alary, 2006). D'où le recours dans ces approches à la maïeutique dans des projets de recherche/développement impliqués/participatifs (Bertomé et Mercoiret, 1992 ; Hubert, 1993). Faut-il encore s'affranchir des rapports verticaux "top down" ou "bottom up" pour entrer en relations horizontales avec des éleveurs ayant une posture relevant de l'"empowerment" (Gibson, 1991 ; IRAM, 2003) pour un engagement commun de "porteurs d'enjeux", "partie prenante" ("stakeholder"). Seule cette démarche avait pour nous une pertinence pour ouvrir un espace commun de reconnaissance, de concertation, de réflexion et de participation, tout en ayant conscience que les parties prenantes ont des positions, degrés d'implication différents (Mitchell *et al.*, 1997). Tout comme les sept éleveurs qui ont fait l'objet d'un suivi fin et régulier sur plusieurs années.

Notre positionnement trouve toute sa résonance dans une réflexion de R. Tourte en 1965 : « *Les pratiques des paysans répondent à un certain nombre d'objectifs et de contraintes dont la méconnaissance est la première source de l'inadaptation des propositions techniques issues de la recherche* » qui souhaitait voir les chercheurs, travaillant très majoritairement (à l'époque) en laboratoire ou en station expérimentale, revenir sur le terrain en équipes pluridisciplinaires et élargir leur champ d'investigation pour y inclure les pratiques en question. En conséquence, nous avons intégré, pour tenter de percevoir, les processus de décision, le contexte dans lequel se déroule la décision. Nous ne voulions pas construire des représentations du processus de décisions prêt à être suivi par les acteurs. Nous voulions construire des prototypes et des supports d'aide à la décision à partir d'observations sur le comportement des acteurs (notamment des éleveurs) et de leurs appréciations de nos perceptions et traductions symboliques. La décision n'est pas à notre sens un choix entre alternatives, car tout dépend de l'expérience des acteurs et de leur capacité à reconnaître la situation dans laquelle ils se trouvent (Klein, 1998). Nous étions ainsi dans une logique d'approche proche du concept de conscience de la situation, "situation awareness".

Nous avons donc travaillé sur l'émergence d'outil d'aide à la décision qui avait comme rôle premier de tisser une conscience commune de la situation. Dans cet optique, les outils initiaux peuvent être qualifié d'outil d'aide aux repérages et à la relocalisation. Ils ont pour objet de favoriser à la fois : i) la prise de conscience des éleveurs sur leur position dans leur secteur socioéconomique et ii) l'appréciation de leur situation propre par une prise de recul et de comparaison offrant ainsi une auto évaluation contrastée avec une mise en relief particulier des points de contraintes et de potentiels.

Dans la discussion générale (qui suit) nous abordons ces outils dans leur ensemble, leur articulation pour apprécier leurs pertinences et limites. Nous verrons également dans cette réflexion générale et de mise en perspective avec articulation des outils d'aide à :

- i) l'analyse de situation des systèmes d'élevages par les éleveurs et leurs chargés d'appui (cartographie, calendrier, schéma d'organisation, indicateurs de niveaux d'usages, typologies³⁰⁸ ...),
- ii) la formalisation de leurs conduite, de leurs savoir-faire, et de leurs itinéraires techniques¹⁹, iii) la décision à partir de grilles de choix et de menus déroulants articulés,
- iv) la proto - simulation de d'ajustement de pratiques et d'organisations. Une transition entre l'extraction de prototypes partagés par l'ensemble des acteurs et un sub-modèle dynamique projectif a été entamé en vue d'établir les prémisses de prototypes exploratoires par des modèles prospectifs à vocation d'usages comme supports de médiations, tel que peuvent l'être les SMA (Bousquet et Gautier, 1999 ; AFP, 2006).

654. Les pratiques comme révélatrices des conceptions d'élevage

Les pratiques sont à fois des facteurs prédominants de l'état des prairies et des variables d'ajustement dont les degrés de variations sont sous contraintes des choix d'aménagement du territoire et du rythme de production. Les élevages qui présentent le plus faible degré d'ajustement sont ceux qui ont un territoire peu aménagé (peu de parcelles, de taille hétérogène, d'accessibilité passable), de nombreux lots, des contraintes de génétiques animales, des productions à tendance intensive. Les agencements restent néanmoins possibles en établissant des zonages évolutifs permettant, sur une partie du territoire de l'élevage, des niveaux de charges et des fréquences de passages réguliers, pouvant équilibrer et stabiliser le rapport entre la demande fourragère et l'offre des prairies. Equilibre pour lequel il faut éviter toute rupture perturbante du couvert prairial qui favorise le recrutement de plantules

³⁰⁸ Qui ont permis la comparaison entre éleveurs localement mais aussi plus globalement avec des systèmes herbagers dans d'autres régions du monde, à commencer par l'Amazonie Brésilienne, des terres de pâturages en Océanie : Australie, Nouvelle Calédonie, Nouvelle Zélande...

d'adventices invasives. C'est ainsi que suivant leurs organisations et leurs stratégies, les élevages mettent en œuvre des pratiques qui s'affectent directement (ou indirectement) l'état et la stabilité du couvert fourrager des prairies.

Par une allégorie nous pouvons considérer deux bornes d'une même règle de logiques issues de nos études sur les composantes structurantes, organisationnelles et fonctionnelles de ces systèmes herbagers³⁰⁹. D'un côté de cette "règle/spectre" de logiques, se trouve la borne qui correspondrait à une conduite générale relevant du "pilotage automatique" et de l'autre côté une borne qui correspondrait au "pilotage manuel" permanent. De façon plus précise voici les traits caractéristiques des éleveurs dont le pilotage serait à composante... :

Majoritairement automatique se trouvent dans des exploitations qui présentent (en vision prototypique) : des territoires structurés, au parcellaire homogène (taille des parcelles), d'un haut niveau d'infrastructures³¹⁰, des allotements stables (dont les jeunes sont conduits en bandes plus qu'en lots), dont le nombre de lots est limité, des allocations (assolement de pâtures) fixes en îlots de rotation, dont les prairies aux couverts mélangés et associés³¹¹ montrent une productivité moyenne mais régulière et permanente toute l'année. Les éleveurs qui se trouvent en cette situation, pour rester dans la même métaphore, se sont construits une "boîte automatique de pilotage" en investissant dans leur territoire et dans la projection des moyens nécessaires à moyen et long terme pour leurs objectifs en tenant compte des contraintes enseignées par l'expérience en l'occurrence la vulnérabilité des prairies installées. Ces dispositifs ont nécessité pour être mises en place et s'avérer pertinents, de la part de ces éleveurs, des observations, des analyses, des interprétations et des réflexions importantes. Ainsi l'adéquation "Bétail – animal / ressources – territoire" est projetée sur un temps long avec des marges de sécurité (ex., pâturage tampon) suffisantes pour éviter les ajustements tactiques brusques, notamment pour les prairies (changement de charges instantanées, allongement des temps passages...) qui ont pour conséquence de perturber la structure fourragère du couvert prairial, favorisant ainsi la dégradation et le salissement des pâtures.

Majoritairement manuelle dans des exploitations dont le territoire est certes structuré, mais dont l'aménagement en terme d'infrastructures est simplifié³¹², dont les allocations des lots sont peu élaborés avec une organisation d'allotement qui est par contre très structurée dont résulte de très (trop) nombreux lots qui donne un ration "nombre de lots / parcelles" < à 2. Le "pilotage est manuel" en ce sens que les lots d'animaux, notamment ceux en croissance /engraissement connaissent en permanence de entrées et sorties d'animaux. "Pilotage manuel" qui peut être qualifié de "pilotage à vue" pour l'allocation de lots d'animaux dans des parcelles qui sont rarement groupées en "îlots de rotation". Les marges de manœuvre dans cette logique sont étroites et nécessitent souvent d'admettre des déséquilibres "bétail/ressources" qui protègent le plus souvent l'état des animaux au détriment de l'état des prairies. D'où un pilotage en ajustement constant basé sur une quête permanente d'opportunités³¹³ pour raccourcir les cycles de production (vente de taurillons et génisses assez jeunes < à 240 kg de carcasse/ tête) et mener des ateliers de productions supplémentaires (comme l'engraissement de lots d'animaux achetés à l'extérieur, voir des ateliers ne concernant pas les bovins) afin d'alimentation rapidement et régulièrement la trésorerie (de faible niveau en raison de charges élevées). Même si ces déséquilibres "bétail/ressources" sont le plus souvent courts et conjoncturels ils peuvent induire des désordres suffisants dans la structure même du couvert des prairies (dans leur épaisseur et dans leur densité) et engendrer ainsi des modifications de la composition floristiques et de la végétation se traduisant par des dégradations et du salissement dans les prairies (recrutement d'adventices).

³⁰⁹ Ainsi que leurs pratiques stratégiques sur le temps long et leurs pratiques, du temps court, général ou circonstanciées

³¹⁰ Bonne accessibilité, réseau de pistes élevées, plus de deux barrières de passage par parcelle, points d'abreuvement permanent dans tous les pâturages, nombreux abris et corral.

³¹¹ Ex. : *Brachiaria decumbens*, *B. humidicola*, *B. ruziziensis*, *Calopogonium mucunoides*, *Desmodium ovalifolium*...

³¹² Peu de pistes, taille des parcelles hétérogènes et dont certaines sont grandes pour la région (> 15 ha), avec des parcelles dotées de point d'abreuvement non permanent en saison sèche. Même en terme de prairie le couvert est simplifié, les pâtures sont d'une seule espèce fourragère dont l'installation est bien maîtrisée dans la région, il s'agit le plus souvent de *Brachiaria decumbens* et de *Digitaria swazilandensis* connues pour être vulnérables aux adventices invasives

³¹³ Achat d'animaux pour l'engraissement avec des soutiens de financements publics, prise en pension d'animaux...

L'explicitation de ces logiques, leur formalisation et leur reformulation conjointe avec les acteurs à commencer par les éleveurs, offre de précieux outils de compréhension de la diversité et de la complexité des situations existantes. Pour tous les chargés d'appuis auprès des éleveurs, le recours à cette formalisation des organisations et fonctionnements complexes des systèmes d'élevage herbagers présents et déroulants (en transition constant) s'est révélé pertinent pour entrer en dialogue avec les éleveurs. Pour ces derniers l'outil devient rapidement une grille d'appréciation de sa situation et permet de percevoir différemment ses différences de positions et conditions avec les autres élevages de sa zone et son secteur.

Cet outil de "règle de logiques" s'est révélé aussi utile pour nos propres recherches et nos co-élaborations d'outils d'aide à la gestion/décision. Il peut s'apparenter à ce qu'Hatchuel et Weil (1992) appellent "*techniques managériales*", en ce sens qu'ils sont d'abord des systèmes de logique et de réflexion qui travaillent sur des connaissances et des règles (d'articulation, d'enchâssement et d'organisation). Son usage nous a facilité notre propre démarche pour comprendre les systèmes, actes et comportement des éleveurs. Hormis les observations des faits et des actes, pour les mettre en perspective et en cohérence, le recours à cette règle de logique nous a permis d'avoir une écoute active (et interactive) de tous les acteurs du secteur.

De mon expérience³¹⁴, j'ai appris l'importance des dialogues menés avec empathie, en les considérant comme un moyen de faire "extraire" de son interlocuteur la pertinence des connaissances qu'il porte en lui. Connaissances, informations non seulement révélées par ce type de dialogue, qui se trouve souvent, par ce processus, mis en cohérence par son propre auteur, ou juste reformalisé par l'accompagnant. En d'autre terme, l'accompagnant prend une posture de "chambre d'écho" afin que prennent sens, cohérence, pour le déclarant, toute la pertinence du savoir qu'il porte en lui, montrant ainsi le caractère unique et passionnant de sa personne, de son travail, de son message (Verhelst, 1997). Certes, il n'a pas été toujours aisé de recueillir une parole profonde à partir de la relative froideur des premiers contacts. Il y faut savoir donner du "temps au temps". Les visites sur place ont du être régulières et fréquentes. Elles se composaient de déplacements sur le terrain, mais aussi de rencontres en groupe et surtout de service pratique à apporter. L'objectif étant d'établir un climat de confiance et parfois même de complicité (le Saget, 2001) pour instruire le plus efficacement notre démarche maïeutique dans un premier temps, puis une démarche de construction commune de références en repères, grilles de choix, itinéraires techniques... Les outils de repérage, d'autoévaluation, d'aide à la décision ont été, de ce fait, testés en direct par leurs co-concepteurs.

Plus, pourtant, que le discours écrit te profiteront la parole vivante et la compagnie ; il faut que tu viennes sur place, d'abord parce que les hommes se fient davantage à leurs yeux qu'à leurs oreilles, ensuite parce que long est le chemin qui passe par les préceptes, court et efficace celui qui passe par les exemples.

Cléanthe n'aurait pas exprimé la pensée de Zénon s'il s'était borné à l'écouter : il participa à sa vie, il pénétra ses secrets, il l'observa pour savoir s'il vivait selon sa doctrine. Platon et Aristote, et toute la foule des sages qui devaient aller en s'opposant tirèrent plus des mœurs de Socrate que de ses paroles ; si Métrodore, Hermarque et Polyen devinrent de grands hommes, ce n'est pas d'avoir été à l'école d'Épicure mais d'avoir été ses camarades.

Sénèque, Lettres à Lucilius, VI, 5-6.

Texte cité par David Lucas, « Pour une pédagogie de l'être », *Le Portique*, Cahier 2 2004, Mis en ligne le 18 avril 2005. URL (Déc. 2008) : <http://leportique.revues.org/document483.html>

³¹⁴ Notamment par le CIEPAC au Burkina en 1984, au Sénégal avec l'Orstom en 1988...

66. Conclusion

Notre approche a conjugué les points de vue sur l'aménagement du territoire (son infrastructure, sa structuration), les modes de conduites (des troupeaux et des prairies), les objectifs et les stratégies des élevages suivant leurs contraintes techniques et socioéconomiques. Elle s'est avérée pertinente pour appréhender nos études agroécologiques de la dégradation des prairies par une lecture plus englobante permettant d'apprécier les articulations des faits et des actes agronomiques. Nous avons ainsi conduit cette étude en prenant l'éleveur comme centre de gravité d'un système complexe piloté dans une perspective d'aide à la décision appliquée à leurs productions. Nous nous sommes basés sur les travaux de systémiciens de nos champs scientifiques, comme Brossier *et al.* (1990), Le Moigne (1990), Landais (1994).

Nos travaux sur les pratiques, stratégies, fonctionnement des élevages, ont donc porté sur les dimensions structurelles (exemple : aménagement du territoire) et conjoncturelles (changement de lot de parcelle) appréhendé dans un enchâssement de niveaux (stations écologiques, parcelles, zones et îlots de pâturage, exploitation, réseaux socioéconomiques). Ainsi nous avons pu inscrire les actes, les actions des éleveurs dans des logiques opératoires de mise en œuvre d'un projet. Nous avons pris en compte que leurs actions font face à des circonstances déterminées (à pas de temps différenciés), d'une réponse socialement construite à partir des acquis du "fond culturel local commun" (Darré, 1991) qui comprennent l'enseignement des expériences personnelles et celles mutualisées. L'intégration dans notre étude des enchâssements de niveaux nous a fait dérouler les liens des pratiques courantes (changement de lot, rotation, chargement) aux pratiques plus structurelles dont elles dépendent comme la structuration du parcellaire, des allotements dont les lots s'inscrivent dans la durée (notamment les lots des mères). Grâce à l'analyse de ces "déroulés liés" (multi niveaux) de pratiques nous pouvions saisir les stratégies et organisations d'ensemble. C'est ainsi qu'il nous a été possible d'identifier les grandes logiques et les stratégies des éleveurs et les mettre en relation avec l'état des prairies.

Comme illustration d'enchâssement de logiques et de situations nous avons montré par exemple que les parcelles proches de bâtiments (corral, habitation) sont le plus souvent utilisées comme parc d'observations pour des animaux particuliers comme les femelles en fin de gestation ou en début de lactation, des bêtes malades, des veaux sevrés... Ainsi les fonctions de ces parcelles se traduisent par de fréquents changements de rythmes, de passages, de charges ce qui induit des perturbations du couvert herbager favorables au recrutement d'invasives. Autre exemple sur la position des parcelles : ① les parcelles très visibles même de loin par l'éleveur, mais aussi les personnes extérieures (voisins, visiteurs) font souvent l'objet d'entretien direct : désherbage (herbicide, manuel, rotobroyage) ; ② les parcelles peu visibles, même par l'éleveur, connaissent moins d'entretien régulier pouvant contrecarrer les mouvements perturbants du bétail sur la végétation. Cette différence de traitement tend à souligner le souhait d'avoir des prairies propres surtout pour celles exposées au regard. Cela témoigne d'une perception ayant un sens qui s'inscrit dans un collectif de référence technique.

La structuration du territoire apparaît comme révélatrice de logiques globales des élevages qui ont une incidence sur l'état des prairies. Cette hypothèse validée, nous a montré que les exploitations disposant d'un haut niveau d'infrastructure (et d'aménagement du parcellaire) mènent des conduites régulières stabilisées par des logiques de moyens et longs termes (conduite en bandes avec des effectifs stables, rotation en îlots...) ; Inversement, les élevages ayant des structures simplifiées le sont par choix pour favoriser un pilotage zootechnique plus fin, notamment de la croissance et de l'engraissement des animaux de boucherie, mais aussi par contrainte de trésorerie qui les incitent à raccourcir leurs cycles de production. En cela nous validons notre deuxième hypothèse qui signifiait que les stratégies des éleveurs dépendent d'impératifs de productions qu'ils perçoivent comme des obligations et instruit ainsi une pression qui influence le rythme aussi bien que le niveau et le rendement des productions (dont par conséquence celles des prairies).

L'état des prairies se trouve plus dégradée et potentiellement plus vulnérable dans les élevages dont le pilotage est en ajustement constant et permanent pour favoriser des résultats, des rendements zootechniques. En revanche, les élevages qui ont opté pour des ajustements stabilisés dans la durée par des allocations stables de lots/bandes dans des îlots de rotation avec des chargements réguliers n'induisent pas de perturbation majeure dans des couverts prairiaux. Le recrutement d'adventices invasives, notamment *Mimosa pudica* et *Spermacoce verticillata* s'en trouve limité car la densité et l'épaisseur de la structure de la végétation fourragère se maintiennent.

Au niveau des parcelles, nous avons mis en évidence, dans les parties précédentes, les "manettes" de réglages pour une adéquation bétail/pâture apte à la fois à prévenir les recrutements dans les prairies d'adventices invasives et assurer un renforcement de la résilience des couverts par une augmentation de leur épaisseur et de leur densité. A l'échelle de l'exploitation, la recherche d'un équilibre bétail/pâture non perturbant pour la végétation et la flore fourragère en place, et surtout dans son renouvellement, relève de choix d'organisation. Nous avons montré et signalé que dans les élevages où les aménagements et les infrastructures sont allégés l'obtention d'une pâture non perturbée s'avère souvent plus délicate. L'obtention d'organisations qui offrent des latitudes suffisantes pour trouver des adéquations bétail/pâture favorables au renouvellement de la ressource peut passer par des alternatives en matière d'aménagement du territoire. Alternatives envisagées et accompagnées, auprès de plusieurs éleveurs, qui reprennent et revoient leurs usages en cours de l'espace pâturé, afin de retenir des parties (portions/zones/pôles) du territoire où peuvent s'établir des équilibres *ad hoc* préservant les prairies et le renouvellement de leurs ressources.

Autant un changement global dans l'ensemble de l'exploitation concernant l'adéquation bétail/pâture s'avère rarement envisageable en raison notamment d'engagements socio-économiques et structurels de l'élevage (à commencer par le cheptel en place), autant l'approche par portion du territoire rend compte des logiques et des réflexions des éleveurs. Cette option se révèle d'ailleurs moins perçue comme un changement majeur, mais comme une évolution par ajustements maîtrisés. Cette procédure progressive, pour les exploitants, apparaît comme des tentatives (partielles par rapport à leur territoire) à partir desquelles ils peuvent trier des résultats afin d'acquérir des solutions satisfaisantes en regard de leurs propres projets. Projets qu'ils peuvent ainsi revisiter suivant leurs stratégies de reconstructions structurelles qui peuvent être qualifiables de plus d'acceptables que d'optimales au sens de Simon (1997). L'organisation de lots et leurs allocations dans le parcellaire peuvent également évoluer progressivement en établissant progressivement des conduites en bandes (plus qu'en lots de durées brèves) dont leur programmation de conduite peut être plus stable ainsi que leur rotation dans des qui leur sont parcelles attribuées. Quant aux lots dont les entrées et les sorties (d'animaux) sont fréquentes, notamment dans ceux d'engraissement qui reçoivent (en plus des animaux nés dans le troupeau) des animaux en pension ou achetés, en croissance élevées et/ou en engraissement, ils peuvent faire l'objet d'une conduite particulière sur une portion du territoire. Zone dans laquelle le choix de conduite relève clairement d'un ajustement permanent, mais en ayant conscient que cela peut induire des dommages forts à ces prairies, si aucune mesure est prise. D'où une vigilance accrue concernant le recrutement d'adventices (arrachage, herbicide en traitement localisé). Cela revient à des pilotages suivant les lots et des parties du territoire à plusieurs niveaux de rythme et d'intensification. L'intensification se comprend donc maîtrisée dans l'espace et dont les effets des forts chargements combinés aux importances variations de conduite (en charge instantanée, rotation, temps de passage et de repousse), sont pris en compte par une plus forte vigilance et la mise en œuvre d'interventions pour contrôler les externalités. Ainsi dans des élevages ayant une conduite d'ensemble régulière, il peut (et doit pouvoir) être géré des lots fluctuants avec éventuellement le recours à des fourrages supplémentaires (par affouragement en vert, parcelle "banque de protéines", foin, balles enrubannées) et des compléments alimentaires, dans des prairies aux couverts plus aptes à supporter ces situations et qui sont elles aussi l'opération d'entretiens plus élevés.

Discussion générale

Introduction

1. Revue des études, légitimité des hypothèses et des résultats

11. Les infestations des prairies sont dues surtout aux pratiques liées aux modalités de pâture
12. Incidences des structures du couvert fourrager sur l'état de dégradation des prairies
13. Vulnérabilité de *Mimosa pudica*, modèle d'adventice invasive des prairies guyanaises
14. L'organisation et les pratiques agropastorales face à l'enjeu du maintien du couvert prairial
15. Le poids des pratiques à tous les niveaux au plan d'actions intégrées

2. Contour théorique, méthodes et modalités de recherche

21. Pertinence du contour d'études des faits biophysiques et agroécologiques des prairies pâturés aux actes agropastoraux et cognitifs d'organisation et de décisions des éleveurs
22. Intérêts des approches systémiques multidimensionnelles pour apprécier les agro-écosystèmes pâturés et leur pilotage, avec des analyses analytiques complémentaires
23. Interprétations des données et représentations émergées en partenariat des résultats obtenus par plusieurs déclinaisons de modélisation

3. Déclinaison et usages des résultats obtenus et leurs perspectives

31. Résultats mis en application par les systèmes herbagers guyanais
32. Résonance des acquis dans des réseaux de connaissances scientifiques

Introduction

Le questionnement de ma thèse sur la dégradation des prairies pâturées (son origine, les travaux qu'ils ont induits) m'a engagé dans des études qui ont nécessité de revoir le contour des disciplines scientifiques et des approches à mobiliser pour être opérationnel (Hervieu, 2002). Partant du socle de l'agronomie fourragère, je me suis engagé dans une interdisciplinarité³¹⁵ afin d'établir une reformulation de notre problématique et lancer mes travaux de recherche qui en résultaient dans une logique d'ensemble prenant pour cadre le système d'élevage (Caron, 1998 ; Landais et Bonnemaire 1996 ; Lhoste, 1984). La cohérence de la thèse tient aux articulations entre les disciplines³¹⁶, entre les approches (systémiques /analytiques), entre les faits et les actes agronomiques (Deffontaines et Hubert, 2004). Les résultats obtenus s'inscrivent dans des questionnements et recherches de réseaux scientifiques (multidisciplinaires en sciences de la vie et en sciences humaines), à plusieurs niveaux (Callon, 2003) et correspondent à des attentes du milieu professionnel local, mises en dialectiques, à partir de plateformes de partenariats et d'échanges (Röling, 1994). Les hypothèses générales et spécifiques ont été renseignées, validées ou légitimées au sens d'Avenier et Schmitt (2005).

Cette thèse se reconnaît dans une agronomie qui s'avère être une "science intégrative" de nombreuses disciplines. Elle dispose d'un socle de connaissances construits, "science déjà faite", (épistémologie académique) et elle s'ouvre à une "*science en train de se faire*", au sens de Bruno Latour (1997), dont les recherches ont recours à un vaste spectre de domaines scientifiques en établissant des passages et des interactions entre les sciences de l'écologie et des sciences humaines (Jollivet, 1992, 2001 ; Brossier et Hubert, 2001).

« Les disciplines sont pleinement justifiées intellectuellement à condition qu'elles gardent un champ de vision qui reconnaisse et conçoive l'existence des liaisons de solidarités. Plus encore, elles ne sont pleinement justifiées que si elles n'occultent pas de réalités globales »...« La perspective globale des problèmes est enrichie par la multiplicité des perspectives particulières »... « Ce n'est pas seulement l'idée d'inter et de transdisciplinarité qui est importante. Nous devons en effet "écologiser" les disciplines, tenir compte de tout ce qui leur est contextuel, y compris les conditions culturelles et sociales. Il nous faut voir dans quel milieu elles naissent, posent des problèmes, se sclérosent, se métamorphosent. Et le métadisciplinaire meta signifiant dépasser et conserver compte tout autant. On ne peut pas briser ce qui a été créé par les disciplines, on ne peut pas briser toute clôture. Il en est du problème de la discipline ou de celui de la science comme du problème de la vie : il faut qu'une discipline soit à la fois ouverte et fermée ». (Morin, 1990).

L'avancée de nos travaux s'est inscrite dans une dynamique de mutualisation soutenues en matières de connaissances, de pré acquis disciplinaires, d'apports (d'acquis) de plusieurs recherches scientifiques³¹⁷ ainsi que de savoirs locaux (Bonniel, 1986 ; Dupré, 1991), de savoir-faire (Chevallier, 1991 ; Schlanger, 1991), savoirs actionnables, savoirs pour l'action (Avenier, 2005, Argyris, 1993)³¹⁸. Ce rapport entre connaissances pratiques et la connaissance théorique nous a permis de mettre en relief les liens pertinents pour tisser nos résultats. L'épistémologie appliquée (Guédon, 1984, 2005) nous a permis de lire ce qui a émergé de ce va et vient entre ces deux pôles de connaissances (Couturier Y., Huot F., 2003). Ainsi nous avons pu tenter de limiter l'écart entre "conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes" (Darré et *al.*, 2004). Pour avoir eu l'occasion d'être impliqué dans plusieurs

³¹⁵ Interdisciplinarité qui concerne principalement la zootechnie, l'agrologie, la phytotechnie, la malherbologie ...

³¹⁶ *Et même entre champ scientifique au sens de Bourdieu (1997) Les usages sociaux de la science: Pour une sociologie clinique du champ ; Inra, 79 p.*

³¹⁷ Principalement d'équipes de recherche du Cirad, de l'Inra, de l'Ird, du Ciat, de l'Embrapa.

³¹⁸ Mutualisation local entre la recherche et les professionnels relancés par une mission commandée par l'Odeadom réalisée par le Cirad (Letenneur, Matheron, 1991).

opérations de Recherche et/ou développement depuis les années 1980, je percevais tout particulièrement le risque auquel notre recherche pouvait être exposée, celle de devenir une "RANA", recherche appliquée, non applicable, selon Latour (1995). Pour éviter ce risque, nous avons choisi d'engager pour partie nos travaux dans une démarche de recherche-action en partenariat en étant impliquées³¹⁹ dans des dynamiques induites initialement par des acteurs locaux, c'est ainsi que notre attitude (Liu, 2007³²⁰) s'apparente à une recherche-action de type stratégique (Verspieren, 2000). Par cette posture de réalisation/construction par la rencontre et la mise en commun de nos perceptions/représentations nous avons pu entamer des résolutions aux problèmes spécifiques (Vermersch, 1994) aux différents contextes et niveaux.

De la reformulation de la problématique, partagée avec des éleveurs et d'autres professionnels du secteur de l'élevage, nous avons perçu la complexité du problème au sens de Le Moigne (1990) à laquelle nous étions confronté. Pour l'aborder nous avons donc pris comme support d'approche générale la systémique avec le recours, pour l'instruire, de l'épistémologie appliquée afin de garder sens et cohérence en établissant des traits de lecture transversaux (Ambrósio, 2005) ; pouvant être qualifié d'épistémologie constructiviste suivant Le Moigne (1995). La trans- disciplinarité se caractérise en effet par des schèmes cognitifs traversants les disciplines (Morin, 1990), d'où l'importance du sens apporté par une épistémologie active.

« La science écologique s'est constituée sur un objet et un projet polydisciplinaire et interdisciplinaire à partir du moment où le concept de " niche écologique " et celui d'" écosystème " ont été créés par Tansley en 1935, à partir du moment où la conception d'un système a permis d'articuler les connaissances les plus diverses (géographiques, géologiques, bactériologiques, zoologiques et botaniques). La science écologique a donc non seulement utilisé les services de différentes disciplines, mais elle a aussi créé des scientifiques polycompétents étant de plus en plus aptes à penser les problèmes fondamentaux de ce type d'organisation » (Morin, 1990).

Nous verrons à ce stade de la thèse, la discussion générale, combien nous avons cherché à la fois à répondre au "*comment ça fonctionne*" qui relève pour nous de l'agronomie traitant de questions sur le fonctionnement des agroécosystèmes, dimension cognitive, et aussi à répondre aux effets des actes techniques : "que faire pour", "que se passe-t-il si ? ", dimension ingénierie (Duru, 2008). Nous allons commencer par reprendre, en I, les points saillants des résultats obtenus par les quatre études qui ont été réalisées, et nous allons surtout apprécier les cohérences et apports obtenus par le croisement de ces quatre sources de résultats.

De ces résultats nous aborderons la pertinence de notre cadre théorique, en II, de nos positionnements entre "recherche-action impliquée" (Meirieu, 2007 ; McCown, 2001) et "recherche en retrait" ; ainsi que nos recours à des interdisciplinarités s'appuyant sur différents noyaux ayant déjà fait l'objet d'enchevêtrement disciplinaires comme l'agronomie avec l'écologie et les sciences de gestion (Jollivet, 2001). Nous avons eu aussi à composer entre des approches systémiques (majoritaires) avec des approches complémentaires analytiques ciblées (Blanfort, 1995).

Nos résultats/connaissances sont revues en III, à travers leurs positions pour l'action afin d'établir des "proto savoirs employables" en s'inscrivant tout d'abord dans un modèle sémantique commun pour entrer dans des dynamiques dialectiques partagées (Balcet, 2005 ;

³¹⁹ Recherche impliquée au sens de Meirieu (2007).

³²⁰ « la recherche-action élabore des connaissances à partir des problématiques révélées par l'action, à partir d'expérimentations que l'on peut effectuer dans le cadre de la réalisation de projets. [...] Développer les communautés apprenantes, cela passe forcément par de la participation. Il faut pouvoir se donner les moyens d'une prise de conscience, de la construction de représentations partagées. C'est un contexte à créer et à maintenir, et je crois que cela passe par la démocratisation de l'apprentissage. Il faut accepter d'apprendre de manière continue, agir en êtres responsables, avoir une conscience de ses limites, limites que l'on repousse en apprenant. Il faut aussi reconnaître que les apprentissages collectifs peuvent beaucoup apporter ». (Liu, 2007).

Forestier, 2006). Nous cherchons à voir s'ils peuvent s'appliquer à des études interdisciplinaires voir transdisciplinaires (Darré, 2008 ; Dupuy ; 2005, Jollivet, Pena-Vega, 2002). Nous verrons aussi comment ils contribuent à confectionner des outils de compréhension pour les professionnels, des processus de fonctionnement des systèmes pâturés utiles, prenant en compte les adéquations "Milieux/ressources/pratiques" (Jollivet, 2001). Comment aussi ils apportent des repères pour permettre aux éleveurs de se situer dans leur communauté de métiers et saisir ainsi des opportunités pour discuter de leurs pratiques et organisations. De ces échanges, des confrontations sur leurs perçus et leurs ressentis se sont inscrites dans des "plateformes/réseaux" de "réflexions/actions" collectives partagées entre tous les professionnels du secteur avec la recherche dont sont sortis des outils d'aide à la décision, qui se révèlent dans un premier temps des outils de partage de la perception de situations, puis des outils de réflexions collectifs ainsi que des instruments de suivis (Cerf, Meynard, 2006). Ces outils portaient sur : la structure du couvert, des grilles de vulnérabilité des prairies, les profils de pâturage, les systèmes d'informations parcellaire, les calendrier d'allotement et de rotation, le rapport "animal/ressource" avec modélisation graphique, les choix stratégiques, des grilles de pratique et de tactiques.

Au fil de la discussion générale nous abordons les aspects qui peuvent se révéler des invariants (des génériques d'appréciations pour d'autres terrains) portant sur des connaissances et méthodes obtenues, ainsi que l'intérêt des spécificités pouvant sembler particulières, à notre situation d'étude, utiles pour des analyses comparatives. C'est aussi "*chemin faisant*" que nous verrons les perspectives des travaux réalisés qui s'inscrivent déjà dans des projets, actions et réalisations en cours ou à venir.

1. Revue des études, légitimités des hypothèses et des résultats

L'état du couvert des prairies, notamment de leur végétation et de leur flore, objet général de recherche de la thèse se situe à la croisée d'études portant sur le rapport "milieu-ressource" ainsi que sur le rapport "socio-économique" en matière d'exploitation agricole. Bien que notre travail relève surtout de préoccupations concernant la préservation de la ressource (Objectifs qui s'intéressent à préserver les prairies des dégradations et de salissement de leur couvert par des adventives invasives) ; Nous devons aussi tenir compte que cette ressource provient d'une mise en place agronomique de prairies ayant comme but socio-économique une amélioration quantitative de la ressource pour la production animale.

Ces prairies constituent en soi la base première de la problématique travaillée. Cela a donc nécessité d'approfondir nos connaissances sur ces végétations agricoles. Nous avons réalisé des travaux exploratoires de recherche, sur les facteurs et les critères caractérisants les prairies guyanaises, en ayant recours à des disciplines biophysiques qui traitent des sols, du climat, des plantes, de la pâture... A cette étape, notre prospection (investigation) s'est inscrite principalement dans une interdisciplinarité propre aux sciences agronomiques (Jollivet, 2001). Cependant, au-delà des outils et des méthodes agronomiques utilisées, nous avons aussi élargi nos champs d'approches et d'analyses en s'appuyant dans un premier temps sur celles relevant de l'écologie, notamment pour les aspects : perturbations du milieu biophysique, successions, concurrence et compétition végétales (Balent, Gibon, 1999 ; Magda, Gonnet, 2001 ; Mitja, De Robert, 2004). Dans de nombreux projets d'études sur les prairies, dont des disciplines de l'agronomie et de l'écologie peuvent se croiser (s'enchevêtrer), il s'avère que la question de la production primaire se prolonge à celle de la transformation fourragère. La question se pose alors sur la meilleure façon de tirer partie de l'herbe à travers l'animal (Hostiou, 2003 ; Molenat *et al.*, 2005). Sans avoir cette préoccupation à traiter directement, notre questionnement sur la préservation de la ressource s'inscrivait bien dans cette situation

d'ensemble clairement agro-zooteknique, car l'élevage représente le cadre principal dans lequel se situe ma thèse. En conséquence, hormis les analyses biotechniques au niveau des couverts prairiaux, au niveau des parcelles, nous avons eu à engager également des analyses au niveau des exploitations d'élevage. Il nous fallait saisir les cohérences d'organisation interne qui ont permis aussi de formuler des prototypes d'élevage en matière de modes de conduite (bétail/pâture), caractéristiques de fonctionnement, d'organisation, de stratégies et d'objectifs notamment en matières de productions animales. Ainsi nous avons eu à appréhender la problématique de l'état du couvert prairial suivant une double logique, celle du rapport "milieu – ressource" (préoccupation de préservation) avec celle d'une primauté agro-économique (Jollivet, 2001).

Nous avons travaillé sur quatre chantiers :

- (1) état des prairies suivant des facteurs biophysiques ainsi que des pratiques d'élevage ;
- (2) conditions de vulnérabilité des couverts prairiaux suivant leur structure ;
- (3), expérimentations sur la résistance de l'adventice invasive majeure des prairies étudiées, *M. pudica* ainsi que sur certaines conditions potentielles d'affaiblissement de cette plante

Les résultats obtenus lors de ces travaux, réalisés aux échelles de la parcelle et de la station écologique, ont été utilisés dans les études au niveau de l'exploitation

- (4) modalités de gestion des élevages et de leurs niveaux de risques d'altération des prairies qui peuvent en découler, ainsi que les ajustements de conduites à envisager.

Nous abordons la situation (rôle et place) et la pertinence de nos résultats et travaux suivant les grandes étapes de nos recherches. Les résultats obtenus sont à apprécier suivant :

- i) leurs caractéristiques spécifiques aux différentes disciplines dont nous avons eu recours pour réaliser cette thèse ;
- ii) leur intérêt à s'articuler entre eux pour donner une cohérence d'ensemble en prenant un contour scientifique (Hervieu, 2002) allant de la biophysique des faits agroécologiques aux actes agronomiques des pratiques appliquées et cognitifs des éleveurs (Deffontaines et Hubert, 2004).

Nos acquis sont aussi à estimer suivant leurs potentiels de genericité en matière de contribution de connaissance ainsi que d'apports en éléments de repères pour les cadres de logiques pour l'examen de la situation concernant notre problématique. De nouvelles méthodologiques élaborées pour des observations de terrain et pour des analyses sont aussi à considérer comme des propositions génériques à évaluer. Reste qu'avant tout, le bien-fondé des résultats de notre recherche, en "étude actions impliquées", doit s'estimer sur leurs aptitudes à rentrer en application, en tenant compte de spécificités locales et de leur capacité à rentrer en médiation (aptitude à la reformulation, adaptation sans dénaturation) afin d'éviter les dissonances cognitives (Dortier, 2005) avec les savoirs professionnels locaux, comme cela avait eu lieu avec des démarches de type prescription, préconisation (Vissac, 1990).

11. Les infestations des prairies sont dues surtout aux pratiques liées aux modalités de pâture

Les résultats des travaux exploratoires multivariés montrent que le milieu (biophysique) ne présente pas de facteurs spécifiques pouvant interférer fortement sur l'état de la végétation ou de la flore de la prairie, au sens de Daget (Daget et Poissonet, 1972 ; Daget et Godron, 1995). Dans des études proches sur le plan de la problématique, des avis peuvent apparaître divergents sur l'influence possible des facteurs pédoclimatiques, notamment dans des terrains à forts gradients de contraintes du milieu comme à la Réunion (Blanfort, 1995). Toutefois, ces résultats portent souvent plus sur la productivité des prairies que sur leur dégradation. Lorsque seules la dégradation et le salissement sont étudiées, les variations d'état montrent leur indépendance aux caractéristiques du milieu pédoclimatique et biophysique en Guyane et

dans d'autres écorégions, notamment en régions chaudes et humides du Brésil (Desjardins *et al.*, 2000 ; Topall, 2001 ; Hostiou, 2003, Dias-Filho et Andrade, 2005) ainsi que dans d'autres milieux écologiques comme dans le sud de la France où se trouve des dynamiques de dégradations des pâtures avec le buis, *Buxus sempervirens* (Roussel, 1999), le genêt (Madja *et al.*, 2001), Seneçon du Cap (Maillet, 2001). Sous un autre climat, Akin (2005) au Massachusetts, mentionne aussi la prépondérance de l'effet des pratiques sur l'état des prairies et l'importance du milieu sur la production fourragère.

Parmi les pratiques qui apparaissent nettement reliées aux états de dégradation et de salissement, les conditions de pâture se révèlent comme étant celles les plus marquantes. Des travaux antérieurs, en Guyane, avaient été réalisés sur le chargement des pâtures et leurs possibles effets sur les couverts prairiaux (Vivier & Coppry, 1984 ; Vivier *et al.*, 1985 ; Béreau, 1995). L'incidence des niveaux de chargement, de capacité de charge, a fait l'objet de nombreuses études³²¹ de part le monde (Galt, 2000), ainsi que l'effet des rotations de pâture (Walker & *al.*, 1989). Hormis leurs enseignements sur les rapports entre le chargement et la productivité (Vallentine, 1990 ; Van Der Wal, 2000, Plantureux, 2004), nous avons surtout porté notre attention sur les relations entre les modalités de conduite de la pâture et l'état de la végétation ainsi que de la composition floristique. Entre nos résultats et ceux de ces travaux, nous avons pu souligner deux grandes lignes de concordances entre les modes (pilotage) de pâtures et leurs effets sur :

- 1/ la biodiversité des prairies (Watkinson & Ormerod, 2001 ; Tilman & *al.*, 2002 ; Rook & Tallowin, 2003 ; Plantureux *et al.*, 2005) et leur infestation par des adventices invasives ;
- 2/ le couvert fourrager des pâtures, sa structure, la morphologie des repousses végétales (Parsons, 1983 ; Lemaire & *al.*, 2000 ; Duru *et al.*, 2001 ; Lodge & *al.*, 2002 ; Leconte, 2002 ; Griffiths & Gordon, 2003 ; Isselstein & *al.*, 2007).

Nos contributions (acquis) spécifiques sur les modes de conduite du pâturage et leurs effets sur l'état des prairies portent principalement sur les facteurs de risques en rapport aux variations (et de leurs ampleurs) des chargements instantanés (quantitatifs et qualitatifs : troupeau mixte, équin – bovin, ou non), des rythmes de rotation ainsi que des temps de passage. Nous pouvons certes convenir que des situations de surcharge ou de sous chargements fortement marqués se présentent aussi liées dans nos analyses à des prairies dont le couvert est souvent altéré. Cependant des examens plus fins sur le plan diachronique ont surtout révélés que les perturbations fréquentes de conduite des pâtures apparaissent comme étant les facteurs les plus liées aux dégradations et aux salissements des prairies.

Les perturbations de conduite du bétail et de gestion des pâturages induisent des successions végétales et floristiques propices aux adventices notamment invasives.

De nombreux travaux, à commencer par des études conduites en Guyane (Vivier & Coppry, 1984 ; Béreau et Planquette, 1991 ; Béreau, 1995), expliquaient l'altération des prairies par des situations de surpâturage. Des constats similaires ont été émis lors d'études sur de nombreux systèmes de pâtures de part le monde (Koechlin *et al.*, 1981, Knapp *et al.*, 1998). Des travaux ont aussi montré que des situations de sous chargement pouvaient induire l'altération de la végétation herbacée fourragères par la recrudescence notamment de subligneux. Phénomène souvent connu dans les régions à fortes productivités de biomasses, comme en Afrique humide (Koechlin, 1960, 1961 ; César, 1992 ; Huguenin et Beldje-Bedogo, 1993), en

³²¹ Etudes réalisées dans plusieurs régions du monde sur le lien entre chargement et état du couvert prairial : En France métropolitaine : Loiseau et Béchet, 1975 ; Balent, 1987 ; Balent *et al.*, 1993 ; Amiaud *et al.*, 1998 ; Loiseau *et al.*, 1998 ; Guerin *et al.*, 2001 ; Ansuier, 2004 ; Pervanchon F., 2004 ; Plantureux *et al.*, 2005 ; - A la Réunion (Fr.) : Blanfort, 1996 ; Balent *et al.*, 1998 ; / En zone tempérée à froide : Olf *et al.*, 1998 ; Manske 2000 ; Van Der Wal, 2000 ; Watkinson & Ormerod, 2001 ; Rook & Tallowin, 2003 ; Isselstein *et al.*, 2007 ; Pykälä J. 2007 / En Amazonie : Veiga, 1995 ; Topall, 2001 ; Rippstein *et al.*, 2001 ; Hostiou, 2003 ; Dias-Filho & Andrade, 2005

Amazonie (Balent, 1995 ; Topall, 2001 ; Dias-Filho, 2003 ; Hostiou et *al.*, 2006) et connu aussi dans les régions où les déprisses agricoles sont élevées (Masson, 1999 ; Rousset, 1999 ; MacDonald et *al.* 2000 ; Guérin et Gautier, 2004). Des modèles d'évolution de la végétation des prairies ont été étudiés en Europe suivant les niveaux d'intensité de pâture. Des travaux ont pu établir des préférences écologiques moyennes d'espèces herbagères en fonction du niveau de nutrition minérale de la prairie et de l'intensité d'utilisation (Balent et *al.*, 1997 ; Duru et *al.*, 2001). Suivant le niveau de pâturage, en climat tempéré, les adventices recrutées sont différentes : en surpâturage se retrouve des adventices annuelles et en sous pâturage des espèces ligneuses. Toutefois, en l'absence de fauche, en situations de pâturage élevées, les adventices subligneuses peuvent ne pas être sectionnées par le broutage, (Duru et *al.*, 2002).

En Guyane, les principales adventices présentent la possibilité de bouturer à partir d'organes fauchés ou rotobroyés. Sous ces latitudes pluvieuse et à forte hygrométrie, les espèces adventices connaissent des croissances rapides et peuvent, de plus, présenter des épines dès le stade plantule qui favorisent leur évitement lors des pâtures comme cela est le cas pour l'espèce *Mimosa pudica* (Madga et *al.*, 2006). Pour nos études sur les prairies guyanaises, le cadrage entre "*le niveau de nutrition minérale de la prairie et de l'intensité d'utilisation*" s'est renforcé en pertinence quand nous avons approfondi certains aspects sur les modalités d'utilisation des pâtures, en tenant par exemple compte des régularités des éléments de la conduite de la pâture : Charge instantanée, rythme de rotation et des temps de passage ainsi que de repos. La visualisation de ces précisions est obtenu par une représentation graphique, par parcelle, avec en ordonnée les charges instantanées (par jour) et en abscisse le temps. Il en ressort des "profils d'usage des prairies" par parcelle. Par ailleurs, en raison des faibles niveaux d'intrants en fertilisants et amendements, nous n'avons pas dans nos travaux à prendre en compte un large spectre de nutrition minérale. Les seules différences marquantes sur ce point provenaient de l'historique des parcelles : mises en place sur des terrains déforestés ou mise en valeur de savanes pauvres, à tendances podzoliques (le milieu issu de déforestation présente une fertilité supérieure à celui des savanes). En conséquence les gradients de dégradation et de salissement des prairies étudiées se sont surtout distribués en fonction des variables de conduites du cheptel dans les prairies et plus globalement dans le parcellaire du territoire des élevages (Cf. discussion sur l'organisation et les pratiques).

Par les niveaux de chargement des prairies guyanaises, ainsi que leurs faibles niveaux d'entretien par des intrants, les systèmes d'élevages que nous avons suivis peuvent être qualifiés à la fois d'extensif suivant les critères en cours en Europe depuis les années 1960 qui prenaient comme repères les apports en intrants/fertilisants (Béranger et *al.*, 1974 ; Laissus, 1974 ; Hnatszyn & Guais, 1988) et être qualifiés aussi d'intensifs en raison des chargements moyens pratiqués sur les herbages Guyanais (600 – 800 Kg de PV.ha⁻¹) toute l'année au pâturage, jour et nuit, soit environ deux fois plus qu'en de nombreuses zones d'Amazonie brésilienne (De Reynal, 1995 ; Camaro & Filho, 1999, Desjardins et *al.*, 2000 ; Ferreira, 2001 ; Topall, 2001 ; Allié, 2004 ; Piketty et *al.*, 2005 ; Landers, 2007 ; Théry, 2008).

Les appréciations intensif/extensif ont d'ailleurs posé des difficultés aux éleveurs pour obtenir la "prime à l'herbe" (Pac) suivant les critères européens. Les éleveurs guyanais se perçoivent eux comme des exploitations semi-extensives. Nous avons tenté de discerner la position de ces élevages en prenant en compte les niveaux d'influences respectives des pratiques et du milieu sur la dynamique de la végétation des prairies (Balent et *al.*, 1993). Le déplacement du "curseur" dans un spectre de situations entre le poids du milieu et le poids des pratiques permet de situer en partie les systèmes de production basés sur les pâtures. Concernant notre terrain, si nous avons pu utiliser cette lecture, nous l'avons aussi ajustée avec des critères sur le poids des pratiques, en s'affranchissant des incidences dû aux apports d'intrants, et en

considérant surtout l'organisation de la pâture à la parcelle et entre les parcelles avec le bétail. Le poids des pratiques s'estime alors plus sur les niveaux d'observation, de vigilance et d'organisation investit par l'éleveur (Duru, 1999 ; Duru et Hubert, 2003). Dans ce registre "d'ensemble global des pratiques" doit être tenu compte aussi des capacités d'innovation ainsi que des facultés cognitives à anticiper et à s'ajuster en ayant recours essentiellement aux combinaisons de conduite du bétail (allotement et allocation des animaux sur le parcellaire) des pâtures (charge, rotation) et d'aménagement du parcellaire.

La pertinence du niveau d'intensification a donc été appréciée³²², dans nos travaux, par la prise en compte de la notion de potentialisation des moyens et des caractéristiques du milieu biophysique (Malfague, 2004 ; Chabal, 2004), comme cela se conçoit en agroécologie appliquée (Altieri, 1986 ; Gliessman, 2007). Cela peut se traduire par une recherche de productivité soutenue (de la biomasse végétale) voir augmentée tout en diminuant les intrants, en jouant sur des synergies (agroécologique) entre ressources et moyens (effet levier). Pour exemple, nos analyses ont montré l'intérêt de privilégier des apports phosphoriques plus que les autres éléments (N & K). En effet, le phosphore s'avère être le principal facteur limitant des sols des prairies guyanaises ainsi que dans de nombreuses régions tropicales (Cabidoche, 1984 ; Roche et *al.*, 1984). Les apports de Phosphore sous forme d'amendements (comprenant du Ca³²³) sont reconnus pour leurs facultés à valoriser les disponibilités en azote (Roy et Zapata, 2004). Cela a fait l'objet d'études en Amazonie (Cabidoche et Andrieux, 1984 ; Schunke, 1994 ; Topall, 2001, Corazza et *al.*, 2003 ; Brossard et Barcellos, 2005 ; Dosso et *al.*, 2005). Les synergies N et P ont aussi été démontrées en France métropolitaine (Thélier-Huché et *al.*, 1996 ; Duru M. et Thélier-Huché, 1997 ; Jouany et *al.*, 2004 ; Stroia et *al.*, 2007 ; Duru...). Dans les prairies guyanaises elles semblent permettre aux espèces fourragères (qui sont principalement des graminées en C₄) de mieux se maintenir vis-à-vis des adventices (plantes en C₃) et ainsi d'être en situation de compétition plus favorables pour résister aux processus invasifs.

La potentialisation des pratiques est aussi apparue nettement dans nos analyses à travers les mises en place des prairies. Plusieurs itinéraires techniques allant de la préparation du terrain à la première pâture ont pu être retranscrits. Les itinéraires qui présentent de nettes aptitudes à potentialiser les dynamiques fourragères des prairies et à leur maintien, ont comme principale caractéristique commune la durée entre le semis et la première exploitation qui est supérieure à neuf mois (Huguenin et *al.*, 2001a). De nombreux éleveurs exploitent les nouvelles prairies entre quatre et six mois après leur semis, car la biomasse foliaire leur paraît abondante, mais les systèmes racinaires en revanche ont besoin de plus de temps pour atteindre leur plein développement (Huguenin et *al.*, 2001b). Les jeunes prairies dans leur première année sont vulnérables au pâturage intensif. Sur ce point nous relevons donc encore l'importance du pilotage de la pâture et de l'exploitation des prairies. Les prairies implantées, dont la première exploitation est tardive, neuf mois après le semis, par fauche légère, puis à partir de douze mois par pâture, sont de celles qui se révèlent les plus saines et denses (Huguenin, 2002).

Le choix des espèces fourragères et leurs combinaisons (mélanges et/ou associations) s'inscrit également dans une logique de potentialisation de l'agroécosystème prairial. Dès l'origine de l'installation de prairies à pâturer en Guyane (années 1970), il était recommandé d'implanter des couverts monospécifiques, car il était considéré comme trop délicat d'entretenir et exploiter correctement des prairies multispécifiques (Vivier et Coppry, 1984 ; Béreau, 1995). Lors de nos études, nous avons constaté que cette situation s'étaient diversifiées (Huguenin et

³²² Pour l'appréciation de l'intensification sur un plan fonctionnel nous avons aussi pris en compte comme dénominateur les moyens les plus limitants (travail, capital,...) plutôt que les habituelles unités de surface.

³²³ Scories Thomas ou Phosphate naturel notamment d'origine marocaine.

al., 2001), notamment par l'augmentation de prairies installées en mélange (plusieurs graminées). Les pratiques d'associations de graminées et de légumineuses commençaient à se répandre. Les couverts les plus élaborés combinaient des associations et des mélanges d'espèces fourragères. Il était parfois semés avec du paddy afin de s'assurer dans les premières semaines après le semis d'une couverture végétale faisant office de protection pour les levées des plantules fourragère, limitant ainsi les effets de fortes précipitations. Les couverts installés qui présentaient une diversité spécifique élevée se situaient, dans nos analyses multivariées, dans les catégories de prairies les plus saines. Ces informations recueillies nous ont amenées à approfondir les caractéristiques des couverts herbagers fourragers et leurs incidences sur la vulnérabilité des prairies, à la dégradation et au salissement par des adventices. Au-delà de la pertinence locale de ce sujet, son intérêt correspondait aussi à des préoccupations écorégionales notamment en Amazonie brésilienne où les prairies installées sont monospécifiques sur de bien plus vastes étendues (Veiga & Tourrand, 2001 ; Carvalho, 2006) et où des travaux sont en cours, en matière d'évolution des types de couverts prairiaux (Veiga J.B., 1995 ; Ruela et *al.*, 2003 ; Mitja et De Robert, 2004 ; Andrade et *al.*, 2006).

12. Incidences des structures du couvert fourrager sur l'état de dégradation des prairies

Les choix d'espèces fourragères installées (choix du couvert : mono/multi spécifique, association/mélange) et les modalités de conduite de l'élevage (cheptel/pâture) ont fourni les variables discriminantes plus pertinentes pour différencier les prairies suivant leur état de dégradation et de salissement. Ce constat se retrouve dans d'autres études et terrains herbagers pâturés (Nascimento et *al.*, 1993 ; Moura Zanine et *al.*, 2005 ; Sellers et *al.*, 2006). D'où un questionnement sur de possibles causes à effets par l'état des structures du couvert fourrager (Parsons et *al.*, 1983 ; Renne & Tracy, 2006). Les espèces fourragères présentent une architecture potentielle relevant de leurs caractéristiques génétiques qui contribuent à la structure du couvert fourrager. L'expression phénotypique des espèces fourragères dépend des compétitions intra et inter spécifiques combinés aux effets de la pâture (prélèvement végétal, piétinement, déjections) suivant les modalités de charge et de rotation (Lemaire, 2001). Nos observations et analyses multifactorielles font ressortir des relations fortes entre :

- 1) les modes de pâture et l'état des prairies ;
- 2) les modes de pâture et l'état des structures du couvert fourrager ;
- 3) l'état des structures du couvert fourrager et l'état de dégradation des prairies.

La mise en évidence de ces relations a permis d'apprécier l'influence de la densité et de l'épaisseur de la structure du couvert fourrager sur l'état des prairies. Les structures épaisses (biomasse volumique, appréciation principalement verticale du couvert) et denses (espacement linéaire entre les organes végétaux à la base des structures) correspondent aux prairies saines. Nos résultats sur le poids des structures du couvert fourrager tendent à montrer qu'un effet "écran", préventif, pourrait se piloter via le choix des espèces et les modes de pâtures (Magda et *al.*, 2006). L'aptitude de gérer la structure des couverts prairiaux par le pilotage des pâtures se trouve mentionnée régulièrement depuis les années 1990 dans de nombreux travaux et régions (Parsons & *al.*, 1983 ; Wardle et *al.*, 1992 ; Griffiths & Gordon, 2003 ; Duru et *al.*, 2001).

Les mesures et les observations, qui ont été nécessaires pour apprécier les structures des couverts fourragers des prairies guyanaises, ont du tenir compte des caractéristiques stolonantes des espèces fourragères en place, ainsi que leurs différences d'architectures écophysologiques. Parmi les paramètres enregistrés, nous avons procédé à des mesures

d'hauteur d'herbe. Cette mesure à elle seule peut permettre, dans les milieux où dominent des espèces tallantes, de caractériser la structure et la biomasse fourragère disponible. (Daget et Godron, 1995 ; Blanfort, 1996 ; Duru et Bossuet, 1992 ; Duru, 2000, Bryan et *al.*, 2008). Pour les prairies composées d'espèces stolonantes, que nous avons étudiées, nous avons été amené à formaliser une méthodologie adaptée à notre contexte à partir de différentes techniques et méthodes de mesures décrites sur l'appréciation des couverts pâturés (Gounot, 1969 ; Campbell & Norman, 1989 ; Daget & Poissonet, 1991 ; Davies et *al.*, 1993). La méthode que nous avons élaborée (décrite dans la thèse), s'est révélée pertinente pour discriminer l'ensemble des parcelles étudiées. Elle a permis de démontrer l'intérêt de prendre en compte à la fois la densité de la végétation fourragère au sol, ainsi que la biomasse volumique fourragère (aspects vertical et horizontal). Ce résultat technique peut ainsi contribuer à compléter ou engager des alternatives aux méthodologies de mesures des couverts et des structures des pâturages actuellement en cours (Mannetje et Richard, 2001 ; Stewart et *al.*, 2001 ; Guo et *al.*, 2004). Notre méthode s'avère néanmoins plus adaptée aux besoins d'étalonnage pour ensuite établir des grilles de lecture qualitatives (des essais avaient été menées dans ce sens qui mériteraient d'être repris), car elle est lourde en terme de travail et surtout, elle nécessite de détruire la végétation mesurée.

Des travaux parallèles sur les valeurs nutritives, suivant les espèces fourragères, les types de couverts, ont montré que les couverts aux structures denses en organes, épaisses en biomasses volumiques avec des repousses maintenues près du sol, au "profil paillason", présentaient des valeurs de digestibilités et nutritives les plus favorables (Chartier, 1999). Cette étude a ainsi validé en Guyane des résultats obtenus en France métropolitaine indiquant que les valeurs des repousses fourragères dépendent non seulement des espèces fourragères et de l'âge des repousses, mais aussi de la hauteur à laquelle les repousses reprennent (Lemaire et *al.*, 2000 ; Duru et *al.*, 2002 ; Duru et *al.*, 2008). Plus les repousses sont issues de couvert bas, meilleur est la digestibilité du feuillage. Ainsi, un pilotage contrôlé en flux tendu, pour une structure du couvert prairial basse, dense et épaisse, semblerait avoir un double avantage phytotechnique et zootechnique : protection des prairies contre les risques d'infestation par des adventices et production de fourrage de qualité pouvant contribuer à favoriser la productivité animale. Par les modes de gestion du pâturage il est possible de baisser le couvert prairial et ainsi obtenir une végétation plus appétible et digestive, même pour des espèces peu appétantes et de digestibilité médiocre (Lodge et *al.*, 2002).

Les herbages fourragers où *Brachiaria humidicola* dominant, se trouvent, dans nos analyses, classées nettement dans les prairies les plus saines. Cette espèce présente par contre des valeurs bromatologiques moyennes (Aumont et *al.*, 1991). Son appétibilité est parfois perçue comme médiocre par des éleveurs (surtout quand la hauteur est > 50 cm). Cependant, lorsque les couverts prairiaux composés de cette espèce sont maintenus bas, les écarts avec les valeurs bromatologiques des autres espèces fourragères cultivées en Guyane se réduisent considérablement (Chartier, 1999). La conduite à une hauteur basse, d'une végétation prairiale composée principalement de *B. humidicola*, à tendance à renforcer la structure du couvert. Cette espèce stolonante, lorsqu'elle est soumise à des charges élevées, sous pâtures régulières, augmente sa couverture au sol de stolons ce qui se traduit par des structures denses et épaisses. *B. humidicola*, malgré sa forte occupation de l'espace au sol, s'avère apte à être utilisée en mélange et association. Compte tenu de la lenteur de cette espèce à s'installer, des éleveurs la sème avec d'autres *Brachiaria* (*decumbens*, *ruiziensis*) dont la levée et la croissance sont rapides. *B. humidicola* se développe sous ces espèces pour ensuite les remplacer. Des combinaisons avec des légumineuses se sont révélées possibles avec *Calopogonium mucunoides* et *Desmodium ovalifolium* (Béreau, 1995 ; Huguenin et *al.*, 2001). Lors du semis, *C. mucunoides* se développe avec les *Brachiaria* à croissance rapide, puis disparaît après deux ans, laissant la place au *D.*

ovalifolium, qui comme *B. humidicola*, s'installe lentement. Ces deux espèces à installation lente, se maintiennent dans une association où la contribution spécifique de la légumineuse est > à 25%. Sur le plan de la structure du couvert, un des intérêts majeurs de cette association se trouve dans leur complémentarité saisonnière. Lors de la période la plus sèche (août – novembre) *B. humidicola* a un développement plus ralenti, à l'inverse *D. ovalifolium*, en cette période s'exprime plus. Ainsi toute l'année la couverture au sol, de cette association reste élevée. Ce type de couvert évite ainsi un facteur de risque d'infestation lors de la reprise des pluies (novembre – décembre). C'est en fin de période sèche que les "trouées" de végétation au sol peuvent être les plus importantes, particulièrement dans les prairies composées que de graminées. A la reprise des pluies, c'est dans ces trouées du couvert végétal que les espèces invasives peuvent se développer rapidement et ainsi rentrer en compétition avec les espèces fourragères. Pour notre problématique cette période peut être qualifiée de "période clé" – "période critique" "saison – pratique" sensible (Léger et al., 2000 ; Girard et al., 2001 ; Moulin et al., 2001).

En cours de saison sèche des parcelles sont fréquemment utilisées à de fortes charges, car devant accueillir des animaux d'autres parcelles dont les points d'abreuvement sont taries. Les pressions subies par la végétation des parcelles d'accueil, sont d'autant plus fortes qu'en saison sèche la pousse végétale est ralentie voir même arrêtée. Il est courant que du foin soit aussi apporté dans ces parcelles pour assurer l'alimentation du bétail, transformant ainsi ces prairies en aires de stationnement. Si cette situation n'est pas dommageable pour le sol, dur et sec à cette époque (ce qui est différent des périodes pluvieuses), en revanche la couverture végétale peut se retrouver laminée (sur – broutage, intense piétinement). Au retour des pluies, la végétation fourragère peut néanmoins reprendre, mais assez lentement, laissant ainsi la place aux autres espèces pour émerger (Magda et al., 2006), notamment les plus invasives, *Spermacoce verticillata* et *Mimosa pudica*. L'appréhension du problème posé, lors de la transition entre la saison sèche et la saison de reprise des pluies régulières, en matière de recrudescence potentiel de plantules d'adventices invasifs, nécessite donc d'aborder les modalités d'ajustements à plusieurs niveaux, celui du couvert prairial, de la parcelle et de l'élevage. La perception, avec les éleveurs, de ce type de situation à multiples contraintes, a nécessité des suivis et des retranscriptions en communs pour établir une "intercompréhension". (Girard, 2006). Le développement/analyse de ce type dimension à niveaux multiples partant de faits biophysiques au pilotage cognitif des actes et pratiques (Duru et Hubert, 2003) est repris dans la partie qui aborde l'organisation et la gestion agropastorale des systèmes herbagers étudiés.

Les modes d'organisation et de conduite du bétail qui permettent de maintenir un couvert fourrager dense et continu des pâtures limitent ainsi les facteurs de risques d'infestation par des adventices invasives. En dehors des périodes de transition saisons sèche/pluvieuse, des trouées de végétation dans le couvert prairial peuvent se rencontrer toute l'année dans certaines circonstances. Parmi celles qui apparaissent fréquemment, nous avons noté que les prairies sous pâturées, durant des pas de temps long, surtout dans les parcelles de taille large, engendre un processus de surpâturage sélectif dans une offre globale sous pâturée (Dumont et al. 2001). Les animaux dans cette situation ont tendance à revenir brouter dans les mêmes zones de broutage qu'ils ont empruntées dès leur introduction dans la parcelle. Les premiers broutages sont orientés par les caractéristiques des végétaux les plus appétibles et appétants (espèces, préhensibilité), traçant ainsi des "lignes de broutage" qui laissent, au bout de quelques jours, le reste de la végétation atteindre un développement important et d'une appétibilité de plus en plus faible. De ce processus résulte des "lacets" de broutage surpâturés et une biomasse générale sous pâturée. Dans ces "lacets", les espèces présentes peuvent disparaître par épuisement et laisser place aux recrutements et émergences à des espèces à caractères invasifs. Ce type d'évolution est particulièrement rapide en zone tropicale humide (Koechlin, 1963 ; Huguenin et Beldje-Bedogo, 1992 ; César, 1992). Ces observations amènent à

considérer le comportement animal comme un important paramètre à prendre compte dans le fonctionnement des élevages, leur aménagement ainsi que dans les ajustements qui peuvent s'envisager (Roguet et *al.*, 1998 ; Garcia et *al.*, 2002 ; Dumont et *al.*, 2007).

En matière de biodiversité, notre travail se situe dans un contexte nettement différent de ceux menés en prairie permanente des zones tempérées (Watkinson &, Ormerod , 2001 ; Rook et *al.*, 2004 ; Plantureux et *al.*, 2005). Nous pouvant néanmoins témoigner de notre intérêt pour les couverts prairiaux plurispécifiques. Depuis les années 1970, les élevages guyanais avaient un modèle agrotechnique qui préconisait (imposait) l'implantation de prairie monospécifique. Situation qui était d'ailleurs similaire dans toute l'Amérique intertropicale (Rippstein et *al.*, 2001). Lors de nos travaux nous avons pu suivre des élevages qui avaient innovés en matière de couvert fourragers implantés. Nous avons présenté l'avantage des semis en mélange et en association pour la constitution de couvert à structure dense et protectrice envers les adventices. Nous avons aussi pu observer la résistance de ces prairies aux attaques de chenilles de lépidoptère *Noctuidae. Spadoptera frugiperda* (J.E. SMITH) et *Mocis latipes* (Gn.). Des études entomologiques ont été réalisées sur cette nuisance agronomique en Guyane (Silvain, 1984), qui indiquaient que toutes les espèces fourragères subissaient des attaques, avec la précision que les espèces qui présentaient les valeurs azotées les plus élevées étaient plus attaquées et qu'en conséquence la fertilisation en azote pouvait aggraver la situation. Dans notre contexte de prairies multiespèces installées dans un milieu fortement perturbé destinées néanmoins à se pérenniser, nous avons pu relever l'intérêt de la diversité biologique des couverts prairiaux, même s'il s'agit d'un nombre modeste d'espèces comme dans les systèmes d'association fourragère en prairie temporaire (Pochon, 1981, Masson, 1999 ; Alard et *al.*, 2002 ; Gouérec et Guernion, 2008 ; Frick, 2008) ou en prairie qui ont fait l'objet d'installation en région tropicale (César et *al.*, 1999 ; Lascano, 2000 ; Andrade et *al.*, 2006, Sangakkara, 2008).

La diversité spécifique des couverts fourragers des prairies guyanaises présente l'intérêt d'assurer des structures denses en toutes saisons, notamment par l'architecture des différentes espèces qui se révèlent complémentaires spatialement et au cours des saisons. Il peut en résulter des ondulations du toit du couvert sans pour autant montrer de très fortes hétérogénéités qui iraient jusqu'à la rupture complète de la couverture végétale fourragère. Une hétérogénéité modérée à moyenne de l'ondulé du couvert prairial peut favoriser l'appétibilité de l'offre fourragère de la prairie, comme cela été démontrée en Europe dans différentes pâtures, (Meuret, 1993 ; Meuret et Dumont, 2000 ; Isselstein et *al.*, 2007). Cependant, l'ampleur des modulations du couvert combinée aux modes de conduite de la pâture doit éviter d'induire des ruptures dans la couverture au sol de la végétation fourragère. Dans des systèmes où les semences d'adventices invasives sont présentes dans les sols des prairies, comme dans leur environnement, des fortes ampleurs d'hétérogénéité peuvent connaître de rapides successions végétales. Evolution qui peut induire, dans un premier temps une biodiversité qui s'exprime plus, mais pour ensuite laisser rapidement place à une régression de cette diversité pouvant aboutir, dans des situations extrêmes à des couverts monospécifiques par une adventice invasive majeure. Situation qu'il était fréquent de rencontrer avec *Mimosa pudica*. Des travaux menés notamment en Amérique du Nord et en Europe, sur le pilotage des pâturages, ont montrés qu'il était possible de garantir une biodiversité de la végétation par une hétérogénéité de leur couvert et ainsi rendre les prairies potentiellement plus stables et résistantes (Tilman et *al.*, 1996 ; Watkinson & Ormerod, 2001 ; Isselstein et *al.*, 2005). Ces mêmes principes, dans des régions aux croissances végétales plus élevées (tropicales humides) et comprenant des végétaux invasifs très agressifs et rapides dans le milieu biophysique, doivent bien prendre en compte la rapidité des successions végétales. En conséquence, il est préférable de contrôler, moduler les fluctuations engendrées du couvert

herbacé fourrager, particulièrement à la base de sa structure, afin de limiter les risques d'induction d'un processus rapide de dégradation. Les observations des effets nuisibles de ces végétations indésirables dans les couverts herbacés de parcours et prairies en régions chaudes sont nombreuses (Audru, 1977 ; Bailey, 1982 ; Gautier, 1992 ; Huguenin & Beldge-Bedogo, 1993 ; Humphries et al. 1991 ; Buckley et al., 2004). Le feu a été longtemps et reste encore, dans de nombreuses régions, l'instrument majeur de gestion des pâturages où l'hétérogénéité se transforme fréquemment en broussaille peu maîtrisable par le bétail (Rippstein, 1993 ; Bruzon, 1994 ; Topall, 2001 ; Myers et al., 2004). Toutefois, la gestion des prairies et des parcours, par des modes de pâture *ad hoc*, sans avoir recours au feu, peuvent contrôler les processus d'emboisement due aux adventices invasives, comme cela s'avère le cas dans des prairies que nous avons étudiées en Guyane. Des pratiques similaires dans leur logique se retrouvent dans diverses régions et espaces agropastoraux à fortes contraintes (Popay & Field, 1996 ; Olson, 1999 ; Rippstein et al., 2001 ; Magda et al., 2001 ; Frost & Launchbaugh, 2003 ; Sellers et al., 2006 ; Tozer et al., 2008).

13. Vulnérabilité de *Mimosa pudica*, modèle d'adventice invasive des prairies guyanaises

Les adventices principales des prairies guyanaises, par leur occurrence et abondance, *Mimosa pudica*³²⁴ et *Spermacoce verticillata*³²⁵, présentent des caractéristiques fonctionnelles qui les prédisposent à se révéler rapidement envahissantes dans certains couverts de prairies. Ces espèces fleurissent, grainent et germent toute l'année (la floraison est toutefois diminuée quelques semaines en saison sèche). Elles se reproduisent aussi par voie végétative par boutures et drageons. Au terme de la croissance de leurs plants, par leur morphologie, ces adventices occupent un espace important dans le couvert des prairies et leurs tiges principales se lignifient. Ces deux espèces sont des subligneux qui peuvent constituer dans les prairies des fourrés et buissons. De deux familles différentes ces espèces présentent néanmoins des traits fonctionnels similaires (Weiher et al., 1999 ; Magda et al., 2004 ; McIntre & Lavorel, 2006 ; Diaz et al., 2007). Ces deux adventices sont fréquemment évoquées, dans des situations qui nécessitent des travaux de réhabilitations de terrain, notamment au Brésil (Perin et al., 1998 ; Soares et al., 2000 ; Sousa et al. 2007).

Les caractéristiques de ces adventices et les résultats obtenus sur les structures des couverts prairiaux, nous ont amené à considérer que seules leurs plantules pouvaient présenter certaines fragilités. Cette hypothèse nous a amené à mettre en place des expérimentations pour tester l'effet de différents couverts prairiaux sur les plantules de *Mimosa pudica*, espèce prise comme modèle. Elle est la plus courante et abondante, de plus elle présente des facilités pour mener des travaux expérimentaux à commencer par la disponibilité en semences. Elle a pu ainsi faire aussi l'objet de traitements en serres afin d'observer plus précisément sa sensibilité au stade plantule, à différents niveaux d'ombrage et de coupe (Magda et al., 2006). La mortalité de plantules de *Mimosa pudica* issue de sursemis (expérimentation en plein champs, mis en défens de pâture) s'est révélée différente suivant les types de couverts fourragers. Il ressort que les plus forts niveaux de mortalité sont enregistrés dans les couverts qui présentaient les structures les plus denses et les plus épaisses. Il s'agissait aussi des couverts composés essentiellement de l'espèce fourragère dont la croissance des repousses est la plus rapide (*Digitaria swazilandensis*) après une coupe ou une pâture. Dans les analyses multivariées, les couverts pâturés les plus denses et les plus épais

³²⁴ Cf. data Compiled by: IUCN/SSC Invasive Species Specialist Group (ISSG) 2006. Url : <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1002&fr=1&sts=&lang=EN>

³²⁵ Cf., Data Wildland Shrubs of the United States and its Territories: Thamnisc Descriptions; Edited by John K. Francis / The International Institute of Tropical Forestry, IITF - USDA. Url : http://www.fs.fed.us/global/iitf/wildland_shrubs.htm

étaient composées d'une autre graminée fourragère (*Brachiaria humidicola*), car les mesures s'étaient effectuées en pleine prairie pâturée, dans des stations végétales qui n'avaient fait l'objet d'une coupe basse au préalable.

Pour les expérimentations de sursemis nous avons effectué pour leur mise en place une homogénéisation de la hauteur du couvert, qui s'est révélé préjudiciable pour les espèces à repousses lentes, même si à terme elles constituent des structures de couverts les plus denses et les épaisses. Pour d'autres expérimentations, il faudrait lors de la préparation du terrain, plus tenir compte de l'écophysiologie des différentes espèces fourragères. Malgré ce problème méthodologique nous avons pu confirmer l'importance que peut jouer la structure d'un couvert fourrager sur les populations de plantules d'invasives. Par ailleurs, cette difficulté de reprise des repousses, après une coupe trop sévère et trop basse, nous a permis de souligner à quel point les terrains dont la végétation s'avère trop basse se révèlent vulnérables. En situation d'absence de compétition végétale, les plantules des adventices envahissantes se développent très vite durant leurs premières semaines de levée, en enregistrant de très faibles taux de mortalité. Ces observations confortent nos remarques concernant la vulnérabilité potentielle des prairies en "fin de saison sèche / début de saison de reprises des pluies", quand la couverture au sol par la végétation fourragère peut être faible laissant par endroit le terrain nu. Dans ces situations, les risques vis-à-vis des adventices sont donc à apprécier suivant la vitesse de reprise de la végétation fourragère en place avec les premières pluies. Par prudence donc il serait préférable d'éviter les trouées de végétation fourragère en général et plus particulièrement en fin de saison sèche. Les risques de recrutement de plantules d'adventices dépendent à la fois de la grandeur des trouées dans le couvert fourrager et aussi de la vitesse de reprise des espèces fourragères en place. Ainsi, pour accélérer cette reprise de la végétation fourragère certains éleveurs sont amenés à procéder à des apports d'engrais azotés. L'efficacité de cette pratique s'avère aussi différente suivant les espèces fourragères, leurs caractéristiques écophysiologiques et fonctionnelles.

Les différents traitements réalisés sous serres à Toulouse, sur des jeunes plantules de *M. pudica*, issues de graines provenant de Guyane, ont montré que la défoliation et l'ombrage peuvent induire des mortalités, mais surtout réduire les floraisons et leur lignification. Seule la population de plantules émergentes dans des conditions de forte compétition pour la lumière peut subir une mortalité qui pourrait ralentir la croissance démographique de cette espèce. Par conséquent, les effets du pâturage direct ou indirect par le couvert ombrant qu'il génère, risque dans de nombreuses situations de conduite de l'herbage, de freiner que modérément la survie de l'espèce adventices au stade juvénile. *M. pudica* se révèle comme une espèce nettement dominante et adaptée à la compétition. Sa forte capacité de survie de ses stades très jeunes est sans doute liée à une vitesse de croissance très rapide. Signalons que les essais se sont réalisés dans une région où la longueur du jour (croissante) est plus élevée qu'en Guyane (4°N) où la longueur du jour varie peu. Par ailleurs, la compétition interspécifique des plantules peut aussi porter sur l'eau et l'azote, plus même que la lumière, comme le montre de récents travaux sur des plantules de graminées, de subligneux et de ligneux (Provendier et Balandier, 2008). Cela pourrait faire l'objet de travaux plus approfondis sur *M. pudica*. La compétition pour l'eau et l'azote pourraient être particulièrement sensible lors de la reprise des pluies régulières, au environ de novembre /décembre, comme nous l'avons indiqué précédemment.

Dans nos essais en serres, l'ombrage a eu pour incidence de réduire le taux de floraison des individus, comme cela a aussi été observé par Vila et Terradas (1998) sur *Ericaceous* sp. Néanmoins, il serait pertinent d'étudier comment les individus récupèrent leur capacité de reproduction lorsque la compétition pour la lumière est réduite. Les résultats sur l'incidence

de forts niveaux d'ombrage sur les plantules de *M. pudica* tendent à confirmer le rôle que peut jouer certains couverts³²⁶ qui présentent de nettes aptitudes à couvrir densément le sol, ainsi que les risques que peuvent induire certaines modalités de pâtures qui engendrent des ruptures d'homogénéité à la base des structures denses et épaisses du couvert fourrager. Les couverts herbacés fourragers moyens à assez hauts (> à 50 cm environ, suivant les espèces ayant +/- de stolons) présentent des niveaux d'ombrage qui peuvent avoir un impact sur les plantules juvéniles de *Mimosa pudica*. Cependant, en système de pâturage en rotation, le bétail broute périodiquement le couvert prairial. Après l'enlèvement de la couche supérieure de l'herbe par le pâturage, l'effet d'ombrage diminue jusqu'à une reprise suffisante de la repousse des espèces fourragères. Au cours du laps de temps durant lequel la structure du couvert est basse, les jeunes plantules de *M. pudica* sont moins soumises à la complétion avec la végétation fourragère. D'où la prise en compte de la durée des passages des animaux et de l'effet des charges avec leur incidence sur la hauteur, ou plutôt le type de structure du couvert à la sortie des animaux qui devrait pouvoir maintenir une forte complétion pour la lumière à la base de la végétation. La densité et l'épaisseur à la base de la structure dépendent de la capacité de la végétation à produire de nombreux stolons et/ou tiges/talles ainsi que de la litière qui contribue aussi à couvrir le sol (Ryser, 1993). D'autres travaux ont montré que la survie et l'établissement des plantules étaient davantage contrôlés par les facteurs de compétition plutôt que par la défoliation par le pâturage (Van Der Wal et al., 2000).

Les défoliations pratiquées sur des plantules de *M. pudica* ont un effet sur la juvénalisation des individus en limitant fortement d'une part leur capacité reproductrice et d'autre part la lignification des tiges. Cette juvénalisation peut présenter deux avantages pour le contrôle des populations de *M. pudica*. D'une part elle réduit le taux de fécondité des populations et d'autre part elle augmente l'appétence des individus en réduisant leur vitesse de lignification. Des travaux plus approfondis seraient alors nécessaires pour vérifier si cette réduction de la fécondité peut être permanente pour la cohorte d'individus ayant subi cette compétition ou préciser à quelle vitesse ces individus récupèrent toute leur capacité reproductrice (Magda et al., 2006). De précédents travaux ont montré en effet que le pâturage pouvait agir directement par défoliation sur la reproduction en réduisant le nombre de graines (Bastrenta, 1991). Dans ce cas, la baisse de la fécondité est liée à une réaffectation des ressources disponibles pour la plante qui ont été réduits par le pâturage.

La lignification précoce et importante de *M. pudica* constitue un obstacle à son prélèvement par les animaux. Sur ce point, nous avons noté dans nos travaux que l'ombrage réduit également le ratio masse/longueur des tiges et par conséquent, l'ombrage est susceptible d'augmenter la valeur nutritive des plantes. Cette augmentation massive a également été enregistrée sur une espèce ligneuse, *Calluna vulgaris*, (Iason & Hester, 1993). Ce changement morphologique est associé à une diminution de la concentration de lignine dans les plantes. Pour *Carpinus betulus*, l'ombrage réduit la lignification du xylème secondaire (Maynard et Bassuk, 1996). Il peut être considéré qu'un changement de composition chimique a également eu lieu dans les tiges de *M. pudica*, mais cela n'a pas été mesuré. Tant la compétition pour la lumière que la défoliation directe de *M. pudica*, en stimulant la production de ramifications, réduisent la lignification et donc augmente l'appétence des jeunes plants. Ralentir ou diminuer ce processus est donc un facteur essentiel pour faciliter la consommation par les animaux (Magda et al., 2006). Des observations sur le comportement alimentaire des animaux devraient cependant être mises en place pour estimer un seuil de lignification au-delà duquel il y a systématiquement refus de prélèvement sur les tiges de *M. pudica*. Cette consommation

³²⁶ Association : *Brachiaria humidicola* X *Desmodium ovalifolium* (Huguenin, 200) ; *Panicum maximum* /*Brachiaria brizantha* X *Arachis pintoi*, légume, , (Andrade et al., 2006).

pourrait avoir deux effets : limiter la reproduction en réduisant le nombre de bourgeons à déterminisme sexué et réduire la durée de vie des individus. Nous pouvons faire l'hypothèse que seule une consommation répétée dans le temps pourrait, par cumul, accroître la mortalité des individus. Ce phénomène de mortalité sur le long terme a été démontré par des observations pluriannuelles montrant l'accroissement du taux de mortalité de juvéniles d'un arbrisseau, *Artemisia tridentata*, Asteraceae ("big sagebrush", "Sauge buissonnante"), à partir seulement de la deuxième année de pâturage en continu (Owens, 1990). De même les interactions entre compétition pour la lumière et l'herbivorie peuvent déclencher la mortalité chez les juvéniles qui survivent par ailleurs à des intensités de défoliation relativement importantes (Blundell & Peart, 2001).

L'ensemble des observations et des résultats sur les plantules de *Mimosa pudica* montrent que le pâturage peut permettre de ralentir voir de contrôler la démographie des populations de cette espèce³²⁷ (Magda et al., 2006). Cela s'avère concordant avec nos résultats sur les relations entre les contributions spécifiques des adventices dans les prairies avec les structures fourragères en place qui résultent notamment des types d'espèces fourragères en place. *Brachiaria humidicola* est l'espèce fourragère qui s'avère la plus apte à maintenir le couvert prairial. Sa structure est dense et épaisse tout particulièrement à sa base qui est constituée d'un fort maillage en stolons. Comme nous l'avons signalé dans nos travaux, des modes de pâture peuvent aussi renforcer la structure des couvertures prairiales (Huguenin, 2002). Des observations *in situ* montrent que les couverts à base d'espèces qui présentent de fortes densités de stolons sont généralement moins envahies que les couverts à base de *Brachiaria decumbens* (stolonification moyenne, couvert peu dense), *Digitaria swazilandensis* (Stolons fins, biomasse volumique basse) et *Brachiaria brizantha* (espèce cespiteuse, peu couvrante au sol, sauf sous pâture avec des charges instantanées élevées pour augmenter le tallage et baisser la hauteur des tiges). Nous avons aussi enregistré que le pâturage à chargement annuel faible, ainsi que les paramètres de conduites fluctuants (chargements instantanés, rythme de rotation, durées de passage du bétail), peuvent favoriser l'envahissement.

Le couplage des effets de la compétition et de la défoliation a été déjà été proposé, dans d'autres terrains, pour tenter de contrôler certaines espèces (Van Der Wal et al., 2000). Ces travaux montrent que les modes de couplage dans le temps, sont propres aux espèces et à leur réponse à ces deux facteurs. Concernant les modes de gestion des prairies que nous étudions, il faut bien prendre en compte que *M. pudica* présente une croissance et une reproduction continues. En conséquence, les pratiques favorables à son contrôle doivent être appliquées en permanence et sans interruption. Tout relâchement dans la gestion du pâturage peut se traduire par une accélération immédiate de la croissance des populations et de l'installation de densités d'individus nécessitant des interventions de destruction plus lourdes. L'importance du facteur compétition pour la lumière impose de gérer en priorité le pâturage pour créer et maintenir des structures stables et denses du couvert de graminées semées. Il faut donc raisonner à la fois la nature des espèces à semer et les modalités de conduite du pâturage. Le pas de temps entre deux passages d'animaux ne doit pas être ni trop court pour éviter le surpâturage et donc l'ouverture du couvert, ni trop long pour éviter la reprise de la floraison et la lignification des tiges. Un rythme de pâturage approprié peut maintenir une morphologie ramifiée et végétative des juvéniles adventices invasives.

³²⁷ Des avancées sur la démographie des populations notamment sur l'estimation des autres paramètres démographiques (taux de survie des adultes, taux de germination et dormance des graines,...) doivent cependant être réalisées pour des prédictions plus précises sur l'impact du pâturage sur le taux de croissance des populations.

Les résultats de nos travaux portant sur *Mimosa pudica*, nous amènent également à considérer les pratiques d'élevage, de conduites du bétail et des pâtures, comme des éléments de poids dans notre problématique générale. La prise en compte des pratiques, dans cette étude spécifique sur *Mimosa pudica*, nous permet d'enrichir notre questionnement par cette prise en compte de la situation au niveau des plantules. Les enseignements qui en sont ressortis montrent à nouveau combien les pratiques se trouvent liées à l'état des prairies. Tous les résultats acquis aux autres niveaux, qui sont aussi d'autres "points de vues" (couvert fourrager, parcelle, exploitation) convergent sur des facteurs clés qui s'apprécient en prenant en compte autant des faits biophysiques que des actes et pratiques des éleveurs.

14. L'organisation et les pratiques agropastorales face à l'enjeu du maintien du couvert prairial

Nos études réalisées à plusieurs niveaux ont toutes montré que l'état des prairies dans les parcelles relève essentiellement des types de couverts fourragers installés (et donc en place) et de la conduite des pâtures. Le choix des espèces fourragères rentre dans des logiques d'aménagement du territoire d'élevage suivant l'attente qu'ont les éleveurs en terme de qualité et quantité d'offre fourragère pour le bétail, ainsi que de leurs fluctuations saisonnières. Il faut tenir compte aussi des aptitudes des éleveurs à installer et entretenir certaines espèces (*B. humidicola* était parfois perçue comme une espèce délicate à installer).

La conduite des pâtures dépend de choix sur : les modes d'allotement, les conditions d'allocation des lots d'animaux dans les parcelles, les rythmes de rotation et de pâture. Ces éléments de pratiques peuvent être qualifiés de segments ou de catégories de pratiques (Girard, 2006). Toutes ces catégories peuvent, suivant les élevages, être déclinées, mises en œuvre, c'est cela qui nécessite d'être formalisé (Girard, 2006). Ils peuvent donc se décliner en de nombreuses combinaisons (croisements) qui dépendent de la gestion générale de l'exploitation et relève des stratégies et objectifs des élevages notamment en productions animales. La formalisation de la diversité des pratiques a suivi un aller-retour permanent entre nos observations de terrain avec nos discussions avec les producteurs et nos propres analyses de situations. Ce processus itératif d'après Girard (2006) comporte deux phases : « 1) *La formalisation d'attribut, c'est-à-dire de critères de diversité* ; 2) *leurs croisement pour définir leur types* ». Nous avons aussi tenté de tenir compte de la représentation que se font les éleveurs de leur mode d'organisation et de leurs degrés éventuels d'ajustements (Hubert, 1994). Pour saisir et caractériser les stratégies des élevages, nous avons donc tenter de cerner et d'expliquer différents processus de décisions concernant principalement les pratiques de conduite du bétail et du pâturage (Girard *et al.*, 1994).

Pour appréhender le fonctionnement et l'organisation des élevages, afin de pouvoir les dissocier, nous avons du identifier et décrire les principaux "cadres communs de pratiques" que l'on peut qualifier aussi de pratiques communes aux éleveurs en Guyane quel que soit la forme de leur déclinaison et de mise en application. Ces cadres communs de pratiques et d'organisations concernent : le territoire, choix d'aménagements et de structuration (infrastructures dont l'enclosure), l'organisation du parcellaire en îlots de rotation, le zonage (ou polarisation) du parcellaire, l'allotement du bétail, la taille et le poids des lots (chargements et les modalités de leurs niveaux), l'assolement des lots dans les pâtures, les rotations (rythmes) du bétail dans les parcelles, les choix en matière de reproduction (présence ou retrait des mâles reproducteurs, leur choix, IA/IE), les choix en matière d'alimentation (apports de compléments, pâture permanente)...

Chaque "cadre commun de pratiques" se compose de plusieurs rubriques, par exemple pour l'allotement, nous en avons retenus deux : ¹⁾ les animaux reproducteurs ; ²⁾ les animaux en "croissance / engraissement". Ces rubriques se composent aussi de plusieurs modalités de pratiques. Par exemple, les lots d'animaux en "croissance - engraissement" peuvent s'organiser sous deux grandes modalités : "lots – bandes" ou "lots - stades physiologiques". Cela correspond à une formalisation d'un mode de pratique sous « *forme d'axes dichotomiques qui opposent deux pôles* ». « *Cette analyse permet de représenter une évaluation des cas selon une échelle graduelle. Pour chacun des attributs, les pratiques rencontrées sont formalisées sous la forme d'un nombre limité de modalités, ordonnées entre deux pratiques extrêmes* » Girard (2006).

Conjointement aux pratiques de conduite, qui s'inscrivent plus dans le "temps rond", nous avons eu aussi à analyser les modalités d'aménagements et les niveaux d'infrastructures, qui relèvent du "temps long" des territoires d'exploitation. De ces deux niveaux d'analyses temporelles nous avons pu montrer des liens fonctionnels évidents entre la structuration du parcellaire, les investissements en matière d'aménagement du territoire et l'organisation générale de l'élevage avec ses pratiques de pilotages. Notamment celles sur l'équilibre des ressources en mettant en œuvre tout particulièrement des modalités de conduite du rapport entre la demande et l'offre fourragère. (Caron, 1998 ; Duru et Hubert, 2003, Meuret, 2006).

De nos analyses et de nos discussions avec des professionnels, nous avons pu faire ressortir plusieurs modèles d'agencements d'opérations spatiaux et temporels. Ils peuvent être qualifiés de "stratégies pour l'action de productions" en vue d'atteindre des objectifs qui s'inscrivent dans des attentes, certes multiples, mais qui reflètent d'obligations que perçoivent les éleveurs en matière de viabilité et même de progression de leur élevage. D'où notre intérêt à représenter des projections partagées de grands modes de fonctionnement des élevages. Modes d'appartenance et fonctionnels (perçus) relevant de symboles mentaux des "pensées collectives" qui apparaissent dans les productions culturelles & techniques d'une population (d'une communauté professionnelle). Nous distinguons les schèmes fondamentaux, qui forment le principe directeur de l'prototype général et ses formes qui peuvent varier selon les référents socioculturels et les parcours individuels ce qui produit dans notre démarche à des prototypes particuliers. En cela nous reproduisons des "types symboles" dont leurs positions psychosociales (Lévy, 2006), permet de rallier des élevages par leur logique propre à des groupes fonctionnels.

Dans le domaine des démarches et processus de "savoir-faire/contraintes socioéconomiques" pour produire, les typologies qui effectuent des segmentations après avoir définis des seuils à partir des structures et résultats sont peu opérantes pour analyser les dynamiques et leurs logiques de fonctionnement. Girard (2006) a mené des travaux montrant la pertinence de revisiter les typologies par la théorie du prototype en sciences cognitives qui amène à caractériser les types par leurs logiques. Selon elle, sur ce point, les pôles d'agrégation de Perrot (1990) évitent aussi d'avoir recours à des segmentations. Les élevages dans cette approche par pôles sont répartis par ressemblance. Notre traitement par prototype s'est appuyé sur les pratiques des éleveurs, leurs combinaisons en schèmes opératoires (leur organisation). Nous avons catégorisé les pratiques des agriculteurs et non leurs résultats technico-économiques (Girard, 2006). Nous avons procédé soit par enquêtes/entretien, soit par des suivis fins sur la durée de quelques exploitants. Compte tenu de l'ensemble de notre dispositif, nos suivis avec leurs discussions induites avec les éleveurs, ont été d'un apport primordial. Le point important de la démarche relève plus à mon sens de sa posture et de son écoute, de notre attitude (Liu, 2007). Démarche dialectique pour la « *construction d'une représentation partagée et d'apprentissage collectif* » (Girard, 2006).

Différents prototypes d'élevages en matière de logiques de pratiques et de leurs organisations ont pu être élaborés avec des éleveurs et des agents du secteur.

- ♦ Un prototype présente des territoires faiblement aménagés, où l'élevage fonctionne suivant des modes de conduites qui reposent principalement sur l'ajustement et le mouvement d'animaux entre lots (et fluctuation de l'effectif des lots).
- ♦ Un autre prototype révèle une importante infrastructure du territoire dont l'aménagement a fait l'objet d'une forte structuration du parcellaire en pôles et îlots de pâture (attachés à des types d'animaux). Ce prototype a des conduites du bétail et des pâtures stables et qui s'organisent par la constitution de lots/bandes adaptés au territoire et à sa ressource.
- ♦ Un troisième prototype montre un parcellaire et une infrastructure du territoire hétérogène. L'aménagement et la structuration du parcellaire se révèlent renforcés dans des portions particulières de l'exploitation (corral, habitation). Des portions sont composées de parcelles allouées à des lots spécifiques, conduites en rotation suivant une logique d'îlot de pâture. Dans le reste du parcellaire les déplacements relèvent de décisions tactiques. Les lots et les parcelles sont conduits dans des rotations qui les enchevêtrent sans qu'il ait d'attribution précises lot/groupe de parcelles d'où un pilotage en ajustement permanent dans ces zones.

Les élevages qui se retrouvent dans le premier prototype, dont le fonctionnement repose essentiellement sur des ajustements basés sur les lots et les animaux ont des objectifs d'engraissement plus rapides. Ils accueillent aussi régulièrement des animaux de l'extérieur pour les engraisser ou prendre des animaux en pension, dont la croissance ou l'entretien fait l'objet de rémunération. La raison de ce recours à des animaux supplémentaires à engraisser semble en partie provenir de contraintes chroniques de trésorerie faible. D'où leur conduite qui est guidée par une logique de productions à rentrées financières relativement rapide.

Les élevages qui s'apparentent au deuxième prototype, qui disposent d'un territoire et d'un parcellaire organisés présentent des cycles de productions plus lents (jusqu'à 36 mois pour castrés). L'agencement du parcellaire et de son infrastructure permet de programmer la conduite du bétail dans les prairies, leur rotation à différentes temporalités.

Les élevages qui correspondent au troisième prototype ont des logiques d'aménagement et de fonctionnement qui peuvent paraître ambivalentes et relever (en mélange) des deux autres prototypes. Ils ont surtout recours à plusieurs logiques pour mener une évolution structurelle de leur exploitation. Cette dynamique se réalise à des rythmes différents et se traduit notamment par une (re)structuration du territoire. D'où des modes de conduites bétail/pâture qui fluctuent et qui peuvent être perturbantes dans certaines prairies (d'ajustement), ou faire l'objet d'autres formes d'organisations comme celle des pôles communs de pâture qui peuvent accueillir plusieurs lots/troupeaux d'animaux.

La structuration du territoire apparaît comme un révélateur pertinent des logiques globales des élevages qui ont une incidence sur l'état des prairies. Son enseignement contribue à montrer que pour mettre en place, au niveau des parcelles, des pratiques plus favorables au maintien des prairies, l'éleveur doit procéder à des ajustements d'ensemble au niveau de l'élevage. Ils doivent concerner les stratégies de productions et les modalités d'organisation. Les élevages dont le territoire est aménagé et structuré disposent de plus de latitudes pour ajuster et stabiliser les pâtures dans la durée. Ils pratiquent des allocations stables de lots/bandes dans des îlots de rotation avec des chargements réguliers qui n'induisent pas de perturbations majeures dans des couverts prairiaux. Le recrutement d'adventices invasives, notamment *Mimosa pudica* et *Spermacoce verticillata* s'en trouve limité, car la densité et l'épaisseur de la structure de la végétation fourragère se maintiennent. Inversement, les élevages qui ont des territoires peu aménagés, de nombreux lots, des contraintes de génétiques animales, présentent des modes de pilotage qui s'appuient sur des ajustements brusques, amples et fréquents de la conduite du bétail (adaptation permanente des charges, changement des lots), au détriment de l'état des prairies. Ces élevages ont une stratégie de production basée sur des engraisements rapides. Leurs marges de manœuvre sont limitées, des alternatives peuvent toutefois être envisagées dans des portions du territoire (qui peuvent progresser) où la pâture peut être régulée et stabilisée avec des prairies qui maintiennent un couvert dense et épais à la base des structures.

15. Le poids des pratiques à tous les niveaux au plan d'actions intégrées

Certains résultats nécessitent certes d'être revus pour percevoir des cohérences d'ensemble. Nous avons eu à trouver des voies d'applications et de sens au sein des élevages en tenant compte à la fois du fait que les modes de conduite du pâturage et du bétail peuvent nuire à l'état des prairies et que les éleveurs pilotent (actes/actions) comme des paramètres d'ajustements (fluctuation d'animaux) pour ses objectifs et contraintes de productions.

L'appréciation des logiques organisationnelles et fonctionnelles des élevages, montre que la question de la lutte contre les adventices des prairies peut s'instruire, en partie, par des techniques spécifiques simples. Certaines ont pu être étudiées, dans le cadre du projet d'étude, qui portaient notamment sur les traitements herbicides (systémiques) qui peuvent diminuer fortement les plantes indésirables (Huguenin et *al.*, 2001). La plateforme de travail à laquelle nous (Cirad) étions impliquée avec des producteurs et autres professionnels a d'ailleurs contribué à augmenter l'usage du désherbage (au détriment du rabattage mécanique de la végétation). Elle peut se raisonner au niveau de chaque parcelle, voir un peu plus par le nettoyage des bords de pistes et bâtiments. Néanmoins, même si le traitement est efficace, les pieds survivants peuvent alors avoir une forte réactivité végétale qui se traduit par une augmentation du drageonnage et des émissions de branches axillaires à la base des pieds. Ce comportement écophysologique se retrouve dans de nombreuses espèces invasives comme *Chromolaena odorata* (Gautier, 1992 ; Huguenin et Beldge-Bedogo, 1993), *Mimosa pigra* (Lonsdale, 1992 ; Julien et *al.*, 2004). Les limites des herbicides ont été l'objet de discussion, notamment vis-à-vis des semences d'adventices qui se trouvent dans le sol. Certains produits présentent une rémanence (comme avec le picloram³²⁸), certaines jeunes plantules d'adventices peuvent pâtir des résidus des produits des traitements. Reste qu'au-delà de quelques semaines, la rémanence s'atténue et de nouvelles recrues de plantules peuvent apparaître (des semences du sol), quand les conditions du couvert prairial le permet. En conséquence, le contrôle des adventices ne peut pas s'inscrire comme une simple pratique ciblée faisant partie d'un itinéraire technique à la parcelle.

La gestion de l'état des prairies ne relève pas d'une technique unique formalisée, elle s'apparente plutôt aux logiques de luttes intégrées (AFPP-CEB, 2007) dont la mise en œuvre s'inscrit dans des processus de décision touchant à la fois à l'organisation spatiale et temporel de l'ensemble de l'élevage. La préservation de l'état des prairies nécessite donc d'avoir une démarche de lutte/contrôle qui intègre et combine des moyens d'actions de nature différentes. D'autres interventions peuvent se conjuguer au désherbage chimique, comme le renforcement de la végétation fourragère par des sursemis ou des bouturages, quelques semaines après des traitements (Rippstein et *al.*, 2001), des amendements en CaO_3 et P_2O_5 qui favorisent la végétation fourragère en place. Elle peut ainsi mieux occuper le terrain, l'altération de la biomasse racinaire des plants d'adventices adultes, traités par herbicides, libère de l'azote dans le sol (César, 1992). Hormis ces interventions agricoles techniques, les autres opérations (de gestion intégrée pour la préservation de l'état des prairies), interfèrent dans des décisions d'organisation générale, à commencer par la pression et la régularité des pâtures. D'où la nécessité de prendre en compte l'organisation et le fonctionnement des élevages (parfois même au-delà quand les éleveurs sont pluriactifs ou qu'ils gèrent d'autres unités de productions agricoles) afin de mobiliser les connaissances et les savoirs pertinents pour établir des "opérations actionnables" (Hernandez et Marchesnay, 2008)

³²⁸ Ce produit connaît une photodégradation et une biodégradation ; En zone tempérée sa demi-vie dans le sol est de 90 j. En milieu équatorial humide sa demi-vie dans le sol est de 45 j. (USDA, 2000 ; Martin, 2000).

Les changements d'importances pour ces systèmes d'élevage herbagers, sont ceux qui amènent à revoir l'organisation qui touche aux conduites du bétail et du pâturage. Les adéquations entre ces deux conduites se révèlent le plus souvent délicat à modifier et surtout à réorganiser en raison d'engagements socioéconomiques et structurels de l'élevage (à commencer par le cheptel en place). La difficulté de trouver un équilibre bétail/prairie se trouve accentuée quand l'éleveur perçoit la dynamique herbacée fourragère comme peu contrôlable et quand, en plus, il est amené à mettre l'accent sur une production plus intensive et rapide. L'éleveur qui se trouve dans cette situation a tendance à présenter des pratiques qui consistent à ajuster régulièrement l'interface bétail/prairie dans une optique prioritaire d'alimenter au mieux chaque jour les animaux sans pour autant maîtriser les seuils de pilotage de la végétation. Par l'analyse des pratiques d'élevage, suivant qu'elles s'inscrivent sur le temps court et des durées longues des signes de divergences ou de convergences des stratégies peuvent être perçus (Meuret, 2006).

Les pratiques des élevages herbagers en pâtures permanentes se trouvent entre une logique de temps rond qui porte sur l'alimentation fourragère quotidienne et une dynamique de végétation, de son renouvellement, qui s'inscrit dans un temps plus long. D'où l'intérêt d'engager des alternatives par portion du territoire. Cette démarche se trouve souvent en consonance avec les logiques et les réflexions des éleveurs en matière de projet et de projection évolutive de leur organisation. Cette option se révèle d'ailleurs moins perçue comme un changement majeur, mais comme une évolution par ajustements maîtrisés. Cette procédure progressive, pour les exploitants, apparaît comme des tentatives (partielles par rapport à son territoire) desquels ils peuvent trier des résultats afin d'acquiescer des solutions satisfaisantes en regard à leurs propres projets. Ils peuvent revisiter les modalités d'évolution suivant leurs stratégies de reconstructions structurelles qui peuvent être qualifiées de plus acceptables qu'optimales au sens de Simon (1997).

L'ensemble de nos résultats convergent pour montrer qu'une stratégie de contrôle des adventices invasives des prairies doit passer par une gestion intégrée de pratiques qui opèrent à de multiples niveaux du système herbagé pâturé et pour que les effets s'instruisent dans la durée. Les moyens à engager portent sur des choix de couverts fourragers, d'éventuels intrants (amendements, herbicides) ; mais surtout sur un travail cognitif qui doit lui-même intégrer : des réorganisations en matière de conduites du bétail et du pâturage, la structuration du territoire et de l'observation, de l'attention envers les dynamiques agroécologiques des prairies et l'évolution de leur état (particulièrement de la structure du couvert) en ajustant les transitions en productions animales afin de limiter les perturbations de la végétation pâturée.

Cette approche intégrée d'ordre agroécologique tend à maintenir un fonctionnement de l'élevage qui évite les perturbations pouvant nuire sévèrement à sa capacité de reproduction en général et à ses ressources fourragères en particulier. D'où l'acceptation d'un système pouvant être en déséquilibre sans être pour autant en danger, mais présentant des facultés de résilience au sens de Holling (1973). Cette acceptation récente de ce concept en écologie considère qu'après une perturbation, le système n'est pas marqué par un retour à l'équilibre, expression d'un comportement de résistance, mais réagit au contraire de manière à avoir une dynamique qui se révèle positive, grâce à de multiples changements et réajustements de son organisation et donc de son fonctionnement (Aschan - Leygonie, 2004). La résilience est la propriété d'un système, qui adaptant sa structure au changement, conserve néanmoins la même trajectoire après une perturbation (Fresco & Kroonenberg, 1992). La capacité de résilience implique donc que le système maintienne sa structure et assure sa continuité, non pas en préservant un équilibre immuable ou en revenant au même état qu'avant la perturbation, mais au contraire, en intégrant des transformations en évoluant. Dans cette perspective, le changement et la perturbation qui le déclenche, sont des éléments inévitables et même parfois nécessaires à la dynamique du système et à son maintien (Holling, 1996). Selon

cette approche, des perturbations, qui ne dépassent pas des seuils de rupture, ou seuils critiques, peuvent devenir une partie prenante du fonctionnement, même si cela peut engendrer des difficultés, les réajustements induits peuvent préparer le système, l'adapter à d'autres contraintes ou problèmes à venir.

La notion de résilience nous apparaît converger avec celle d'une conduite de développement durable (Aschan - Leygonie, 2004), ou plus exactement d'écodéveloppement (Sachs, 1993). Certains élevages que nous avons étudiés montrent une évolution qui s'apparente à des caractéristiques "*sustainable*". Ils ont peu ou pas recours à des produits (intrants) et services externes à leur système. Ainsi, ils s'assurent des facteurs intervenants dans leur maintien, leur durée. C'est une logique de souveraineté et de maîtrise des contraintes (Altieri, 1995) qui se retrouve aussi dans les pratiques d'entretien et de préservation du milieu, notamment des prairies. Cette végétation se révèle, dans ces élevages, saine et pouvant même améliorer les sols, baisser les teneurs en alumine... Ces prairies pâturées sont devenues, comme l'indiquait Lefeuvre (1984), une réelle culture de cicatrisation, qui peuvent même être qualifiées d'écosystèmes pâturés (Koechlin *et al.*, 1981). Enfin, les produits de ces exploitations sont commercialisés sur le marché local, suivant ainsi le principe de relocalisation des circuits alimentaires et contribue donc à la limitation des externalités des activités anthropiques (Lappe & *al.*, 2000 ; Jickling & Lotz-Sisitka, 2006). Compte tenu des contestations croissantes des modèles techniques hérités de la phase de modernisation agricole (qui s'est traduit en Guyane par le "Plan Vert"), des réflexions ont été amorcées sur le rôle et la place de l'agriculture dans le développement durable (Boiffin *et al.*, 2004). Les systèmes d'élevages en Guyane, pourraient sur ce thème, faire l'objet de travaux de recherches. Un programme d'études sur les flux de carbone en prairie équatoriale est en projet (com. perso. V. Blanfort, 2008). Quant à la place et l'incidence de l'élevage, dans des conditions écorégionales similaires, de nombreux travaux ont été réalisés³²⁹. D'autres sont en cours comme dans l'Etat du Para au Brésil, notamment ceux conduits par L.N. Alves (com. perso., 2008³³⁰).

Dans une perspective de prolongement des travaux que nous avons menés, nous pensons qu'il serait pertinent d'aborder la notion de seuil critique au sens écologique. A commencer par son identification et la compréhension des processus qui annoncent des changements indésirables, avant qu'ils ne soient enclenchés (Brown *et al.*, 1999). L'objectif d'une telle recherche serait d'obtenir un outil ou une méthode pouvant appréhender et modéliser les seuils critiques. Ainsi ils faciliteraient le travail des éleveurs, confrontés à des gestions complexes d'écosystèmes pâturés, dans leurs choix de pilotage pour potentialiser ses moyens et ses ressources suivant ses contraintes. La mise en opération de pratiques intégrées nécessite une reconnaissance des savoirs faire en cours, pour tous les intervenants du secteur de l'élevage. Il faut qu'ils puissent être appréciés pour être (ré) interrogé sur leur efficacité et leur éventuelle pertinence dans des opérations combinées (Dupré, 1991). Une telle revue, avec des professionnels³³¹, induit des échanges de points de vue, de connaissances avec d'autres sphères de réflexions et de recherches (Röling, 1996 ; Darré *et al.*, 2004). Ces conditions d'appréciations collectives amènent à (re)formaliser des "savoirs actionnables" (Argyris, 1993). De ce processus d'apprentissage collectif, a pu émerger des "clés de lecture" communes. Cette intercompréhension (Girard, 2006), permet alors aux producteurs d'envisager des mesures d'actions et d'apprécier leur pertinence (pour leur mise en œuvre et leurs effets induits) avec une communauté de personnes concernées par les systèmes herbagers ayant des repères communs avec des cheminements cognitifs propres.

³²⁹ Ferreira, 2001 ; Figuié, 2001 ; Topall, 2001 ; Hostiou, 2003 ; Pocard-Chappuis, 2004 ; Bonaudo, 2005...

³³⁰ Durabilité des systèmes d'élevage en Amazonie: les relations Hommes/Pâturages (E.D. : SIBAGHE).

³³¹ Producteurs et agents intervenants dans le secteur agricole ; Personnes avec lesquels des discussions se sont inscrites sur plusieurs années lors notamment des suivis et aussi lors de réunions périodiques plus formelles.

2. Contour théorique, méthodes et modalités de recherche

La prise en compte de demandes de professionnels, qui s'inscrivaient dans des problématiques complexes, nous a amené à les reformuler par un questionnement au contour théorique comprenant des apports de plusieurs champs scientifiques. L'état des prairies s'est avéré dans notre questionnement comme un système complexe qui enregistre des perturbations, des régulations avec des processus d'interaction, de rétroaction qui s'inscrit dans une évolution générale (Donnadieu et Karsky, 2002). Notre cadre et stratégie d'études ont comportés trois traits caractéristiques :

- ¹⁾ Le recours à une diversité scientifique pour mener un travail à partir de questions de recherche allant du biophysique des prairies pâturées aux actes agro-pastoraux (Deffontaines et Hubert, 2004) ;
- ²⁾ Une approche systémique qui s'est avérée pertinente pour appréhender à travers plusieurs points de vue des réalités instables, fluctuantes, ambiguës (Le Moigne, 1994), dans des relations végétations-pratiques, à plusieurs niveaux spatio-temporels (Balent, 1987, Blanfort, 1995) ;
- ³⁾ Une recherche impliquée dans une dynamique de développement conduite par des professionnels locaux (Sebog, 1991 ; Darré, 2008 ; Duru, 2008).

21. Pertinence du contour d'études des faits biophysiques et agroécologiques des prairies pâturées aux actes agropastoraux et cognitifs d'organisation et de décisions des éleveurs

L'état prairial s'avère difficile à gérer pour satisfaire à la fois des objectifs zootechniques (économiques) et des objectifs agroécologiques de pérennisation fourragère, avec un recours limité aux intrants, dans une biodynamique rapide. D'où la pertinence que nous avons trouver aux apports de l'écologie à nos travaux d'agronomes (Jackson & Piper, 1989 ; Gliessman, 1990 ; Papy, 2008), notamment ceux qui concernent la concurrence inter spécifique croisée à la perturbation des couverts prairiaux (Balent et Gibon., 1999 ; Buckley, 2003 ; Madga *et al.*, 2004 Beetz & Rinehart, 2006) ainsi que la prise en compte de multiples niveaux pour apprécier les relations fonctionnelles (Fresco & Kroonenberg S.B., 1992). Nous avons pu voir que l'évaluation de la situation des prairies, à travers les notions de niveau d'intensification / extensification, ne s'est pas révélée pertinente pour comprendre leur vulnérabilité. En revanche, l'état des prairies ont montré de très nettes relations avec les perturbations générées par l'instabilité des modes de conduites. D'où l'importance des travaux que nous avons portés sur les pratiques des éleveurs, leurs organisations, leurs conditions de mises en œuvre et les processus de décision. Cette partie de notre travail a bénéficié des acquis et des expériences d'études qui avaient été réalisées entre sciences agronomiques et sciences humaines (Johnson & Bonnen, 1991 ; McCorkle, 1989 ; Dupré, 1991 ; autres³³²).

L'interaction entre le pâturage des troupeaux et le couvert herbacé pâturé ainsi que son pilotage et sa gestion au sein du système d'élevage a été une des focales majeures de notre étude (Duru et Hubert, 2003). Cela nous a permis de dépasser les approches (fréquemment utilisé dans ce domaine) basées sur les capacités de charge (Heitschmidt & Stuth, 1991 ; Galt *et al.*, 2000), par des travaux, prenant en compte des paramètres plus fins et qualitatifs, sur les pratiques de conduite, dont ceux portant sur les variations et irrégularités des conduites de pâture en regard aux structures du couvert prairial (Parsons & *al.*, 1983 ; Davies & *al.*, 1993 ; Duru *et al.*, 2002). Nous avons eu à considérer que les éléments explicatifs du maintien de la végétation des prairies et du système productif des éleveurs, se trouvent dans le fonctionnement du système de pâturage (Hubert, 1994 & 2004). Cette précision de cadrage, pour nos études et nos investigations, nous a conduit à apprécier la capacité du système à se

³³² Blanc-Pamard, et Lericollais, 1991 ; Blanc-Pamard, et Boutrais, 1994 ; Darré, 1994 ; Smith 1995 ; Lericollais, 1999 ; Jollivet, 1992 ; AAF, 2001 ; Girard *et al.*, 2001 ; Darré *et al.*, 2004 ; Prevost, 2005 ; Journées Inra, J.P. Deffontaines, avril, 2008, <http://www.inra.fr/sad/deffavril/deffavril.htm>

pérenniser suivant ses capacités de résilience (Holling, 1996 ; Kainea & Tozer, 2004) qui apparaissent dépendre de la gestion du pâturage en tenant compte des acquis montrant que les parcelles ont des fonctions différenciées et dont l'usage peut avoir des niveaux de flexibilités variés (Bellon, 1992 ; Josien et al. 1994 ; Caron & Hubert, 2000 ; Guérin et al., 2001).

Les choix, qui portent sur les conditions d'exploitations, comme les conduites des pâturages (peu de fauche en Guyane), ont été pris en considération en priorité. Dès nos premières analyses multivariées, nous avons pu confirmer l'importance de variables touchant aux variations des charges instantanées, aux rythmes de rotation, en fonction des fluctuations saisonnières ainsi que des évolutions du cheptel et de leurs allotements (Ingrand, 1999 ; Léger et al., 2000). Les implications cognitives de l'éleveur, pour gérer toutes ces interactions (Girard et al., 2004), touchent à la conduite du couvert fourrager herbacé prairial, sa hauteur et plus précisément sa structure (densité et épaisseur ; verticalité horizontalité) en considérant aussi le spectre des compositions végétales des couverts prairiaux ayant des caractéristiques différentes en feuilles, tiges, stolons, à différents stade de croissance (Duru, 2001 et al., Carrère et al., 2001 ; Duru et al., 2002 ; Andrade et al., 2006 ; Braga et al., 2006).

Les pratiques de conduite des pâtures (charges, fréquence de passage, durées des pâturages et de repousses) ont été les principaux repères pris en considération et qui se sont révélés pertinents (Guérin et al., 1994 ; Duru, 1999 ; Gibon, 1999 ; Diaz et al., 2001 ; Guérin et Gautier, 2004 ; Guretzky et al., 2005) avec aussi, en leviers secondaires, les pratiques ayant recours à des apports d'intrants, notamment les amendements calcaires et phosphoriques ainsi que des désherbants systémiques (Hook, 1971 ; Cabidoche, 1984 ; Huguenin, 1997, Groupe régional Fourrages Midi-Pyrénées, 1997³³³).

Le contour théorique de ma thèse, allant de l'agronomie des faits à l'agronomie des actes nous a donné le champ nécessaire pour appréhender le fonctionnement des agroécosystèmes et des effets des actes techniques sur le système de production (Hubert et Girault, 1988 ; Hubert, 1994, Doré, 2001). Nos recherches ont donc comporté des travaux exploratoires et d'ingénieries "*que faire pour /que se passe t-il si ?*", ainsi que des études ayant une dimension cognitive "*comment ça fonctionne ?*" (Duru et al., 1990 ; Balent et al., 1993 ; Blanfort, 1996 ; Duru, 2008). Des approches induites par ce contour d'études ont généré un questionnement qui a pu (et qui devait), être partagé avec les éleveurs et autres professionnels du secteur agricole (Darré et Hubert, 1993). De ce dialogue a pu se tisser une plateforme d'échanges permettant de gérer les dissonances cognitives souvent décrites dans ces types d'échanges comme l'indique Darré et al. (2004) "*Le sens des pratiques / Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes*". Du croisement de nos observations et des discussions inter-professionnelles nous avons pu trouver des consonances et du sens aux pratiques et aux actes qui se sont traduits par des formalisations partagées de modèles d'organisations, d'actions et de stratégies (Girard et al., 1994 ; Léger et al., 2000 ; Lasseur, 2002 ; Girard, 2006).

22. Intérêts des approches systémiques multidimensionnelles pour apprécier les agro-écosystèmes pâturés et leur pilotage, avec des analyses analytiques complémentaires
--

L'approche systémique (Von Bertalanffy, 2002 ; Wilson, 1990 ; Durand, 2006) nous a permis d'aborder la complexité de notre problématique, à la fois dans sa globalité, tout en analysant des interrelations qui lient les éléments entre eux et sur l'organisation de ses interactions ainsi que sur les interactions avec leurs différents éléments. Analyses multidimensionnelles (spatio-temporelles) de systèmes ouverts qui permettent d'appréhender les relations de ses éléments

³³³ Site de la Chambre Agri. Midi-Pyrénées, « *Du nouveau pour raisonner la fertilisation et l'utilisation des prairies* », Journée 1997, Url : <http://www.midipyrenees.chambagri.fr/-Journee-Fourrages-16-juin-1997-.html>

entre eux à plusieurs niveaux et avec son environnement (Le Moigne, 1990, 1994 ; Le Gallou et Bouchon-Meunier, 1992 ; de Rosnay, 1994). Cette approche a pu nous faire progresser dans notre questionnement par reformulation de représentations partagées, en étant par elle-même, un "support/instrument" pédagogique et d'échanges avec des professionnels qui s'est avérée pertinente (Crozier et Friedberg, 1992 ; Lapointe, 1992 ; Donnadieu et Karsky, 2002). Par sa nature cette démarche nous a conduit à mener notre travail dans un contour de connaissances multiples de façon interdisciplinaire à transdisciplinaire (Morin, 1990 ; Jollivet, 1992, 2001).

Notre objectif, par cette démarche de recherche, était de parvenir à une vision globale des questions posées dans leurs systèmes fonctionnels et leur environnement, en les considérant comme des systèmes évolutifs sur le plan biophysique et anthropique. Par l'approche systémique nous avons étudié les prairies pâturées comme des écosystèmes dans lesquels l'homme se situe à part entière, suivant ainsi l'indication de Tansley lors de la formulation du concept d'écosystème en 1935 (Deléage, 1991). Les acquis en matières d'écologie systémique (Frontier et Picho-Viale, 1992 ; Godron, 1993) offrent des logiques et possibilités de représentations des relations et des enchaînements des niveaux de fonctionnement, des prairies pâturées (Balent et *al.*, 1993 ; Bellon et *al.*, 1999). L'approche systémique avait déjà été utilisée dans des travaux en agroécologie et en agronomie fonctionnelle des pâturages, (Gillet et Gallandat, 1994 ; Blanfort, 1996 ; Lemaire et *al.*, 2000). L'écologie systémique, la phytosociologie et l'agroécologie ont été mobilisées pour mettre en évidence les effets du milieu et des pratiques de gestion (Tilman et *al.*, 1996 ; Blanfort et Balent, 2001 ; Mathieu, 2004). Nos perceptions et représentations des systèmes ont été guidées par les formalisations existantes du concept de système en agriculture et surtout de système d'élevage (Landais et *al.*, 1987 ; Heitschmidt et Taylor, 1991 ; Landais et Bonnemaire ; 1996, Gibon, 1999).

Les analyses par régressions multiples, ou analyses factorielles multivariées³³⁴ ont constitué de précieux outils pour appréhender rapidement un nombre important de paramètres et surtout leurs interrelations. Elles nous ont permis de traiter des variables qualitatives et quantitatives, suivant les traitements biométriques (Hill & Smith, 1976) et parfois graphiques (Bertin, 1977), de natures et de types différents. Par ces analyses, dès les phases exploratoires nous avons distingué les caractéristiques biophysiques et celles engendrées par les "actions/opérations" des éleveurs. De ces deux registres ressortaient des facteurs significatifs, pesant plus fortement sur l'état de la végétation des prairies. De la première série d'analyses, dans le registre biophysique, nous avons pu percevoir qu'aucun facteur pédoclimatique ne permettait d'être attribué à une qualification de l'état des prairies. En revanche, des variables d'ordre biotechnique, se révélaient plus significatives, notamment sur celles touchant au choix et l'installation du couvert prairial. Les actes opératoires plus fréquents qui instrumentent les modes de conduites du bétail et des pâtures ont montré de façon combinée, enchevêtrée, les rapports étroits avec l'état des prairies. Par ajustements des bases de données et la réalisation de plusieurs modalités de traitements nous avons pu faire aboutir certaines investigations, comme celles concernant les charges instantanées et rythmes de pâture.

L'apport de bases de données spécifiques (comprenant par exemple des paramètres caractérisant les structures du couvert fourrager), aux bases générales initiales, ont donné des résultats qui se sont révélés en cohérence avec ceux issus d'approches analytiques complémentaires réalisées lors d'expérimentations³³⁵, sur des plantules de *M. pudica*. La

³³⁴ ACP, Analyse en Composante Principale ; AFC, analyse factorielle des correspondances, Analyses de Co-Inertie (Lebreton et *al.*, 1988 ; Sabatier, 1989 ; Fily et Balent, 1992 ; Chessel et Mercier, 1993 ; Dolédec et Chessel, 1994 ; Chessel et Hanafi, 1996, Blanfort, 1996).

³³⁵ Etudes sur l'évolution de plantules d'une adventice modèle, *Mimosa pudica*, sous plusieurs sortes de couverts fourragers, ainsi que leurs comportements, dans d'autres essais, suivant différents traitements (ombrage, défoliation).

démarche multivariée, rapportée au niveau générale de l'élevage, a su mettre en avant l'importance de la structuration et de l'aménagement du territoire. Les analyses multifactorielles ont aussi révélé de grandes orientations en matière de logiques portant sur les modes de conduite (bétail/pâture) ainsi que de l'agencement des actions (allotement, allocation, rotation...). Pour affiner et articuler ces logiques, nous avons étudié la caractérisation des pratiques, leurs combinaisons (Girard, 2006) et nous les avons appréciées en formalisant des prototypes³³⁶ par une modélisation conceptuelle et des représentations graphiques et schématiques tenant compte des stratégies et organisations des élevages.

23. Interprétations des données et représentations émergées en partenariat des résultats obtenus par plusieurs déclinaisons de modélisation
--

Par ces approches et méthodes de compréhension, nous nous sommes inscrit dans une logique de modélisation "chemin faisant". Notre démarche de modélisation de la situation des systèmes imbriqués, concernant notre problématique, a eu recours à plusieurs déclinaisons de méthodes en vue d'organiser la perception et la réflexion des faits et des actes. Ce travail s'est déroulé au sein de la recherche, mais aussi et surtout sur un plan collectif, à commencer par notre instance de dialogue locale regroupée en une plateforme de porteurs d'enjeux, *stackholders* (Röling, 1994 ; Aggeri et Acquier, 2005).

Nos travaux et traitements biométriques ont été nos principaux instruments de modélisation exploratoire. Nous avons ainsi pu obtenir notre propre perception (en recherche) de la situation à étudier et ainsi avoir une vue différente (supplémentaire/complémentaire) de celles qui provenaient du rendu des perceptions des professionnelles. Disposant de ces deux sources de points de vue, de lecture de notre questionnement, nous avons pu faire émerger un relief de la situation par un dialogue "*stéréoscopie*" instruit à travers notre plateforme locale (réseau) de professionnels. L'étape initiale de modélisation collective et commune s'est traduite par un langage sémantique commun. En effet, nous considérons que la modélisation est un travail de définition qui passe par des concepts permettant de décrire la situation, les objets étudiés, et par des relations fonctionnelles qui entretiennent ces concepts. Sur le plan individuel, personnel, cette démarche est intuitive et rapide. En revanche, pour être efficiente sur un plan collectif, un vocabulaire commun de concepts et de notions doit s'élaborer. Cette construction cognitive dépasse le simple apport des parties pour être reformulée et être située localement, devenant ainsi des éléments de langage, non pas seulement partagés, mais pouvant être qualifiés de communs.

Dans ce cheminement de perceptions partagées, puis communes, nous avons aussi utilisés plusieurs méthodes de modélisation visuelles autant pour réaliser des représentations concernant des situations globales ou plus spécifiques, notamment sur des modes ou combinaisons de pratiques. Ces modèles visuels ont eu plusieurs usages pouvant être spécifiques ou multiples (perception, représentation, compréhension, médiation, projection). Certains ont servi à des traitements complémentaires de données à la fois propres à une lecture par la recherche mais aussi (d'où son intérêt) entre personnes relevant de métiers différents, notamment par des tableaux croisés illustrés et colorés (Bertin, 1977). Des modélisations ont été amenées à traduire des situations spatiales, notamment des parcellaires renseignées par des chorèmes et informés par couches (Deffontaines et Lardon, 1994 ; Caron, 2001 ; Deffontaines, 2004).

³³⁶ Prototypes voir subarchétypes comme des types à considérer dans le double sens de représentations issus de construits collectifs et de perçus communs des formalisations de logiques "*symboliques*" du "*fond culturel commun*" (Jung, 1964 ; Darré, 1991) qui peuvent s'apparenter à des types de pratiques combinées "*situées*" car construites grâce à une dialectique entretenue avec une plateforme de professionnels. En cela nos types ainsi formulés sont reliés à des questions situées socialement, historiquement et géographiquement (Girard, 2006). La mise en perspective des élevages s'apparente à celle des niveaux de ressemblances avec des pôles d'agrégation (Perrot, 1991).

La représentation du territoire, a suscité de fortes dynamiques convergentes. Cet intérêt pour cette modélisation se rencontre fréquemment dans des projets de recherche-action. Elle permet, au-delà des cartes, d'amorcer des processus d'élaboration qui présente un intérêt en terme de construction collective et d'apprentissage. Elle constitue ainsi un pertinent "support de médiation" (Bonin et *al.*, 2001). A l'identique la représentation visuelle du temps par des calendriers situés³³⁷ sont des supports qui facilitent les échanges. Leur couplage spatial et temporelle³³⁸ apporte un degré supplémentaire d'appréciations des combinaisons d'actions. Il permet des analyses communes de modalités fonctionnelles et dynamiques des élevages (Hubert, 1994). L'élaboration de modèles graphiques s'est inscrite dans un travail itératif qui nous a amené à concevoir des modèles conceptuels à des niveaux englobants (Doré et *al.*, 2006). Ainsi nous avons pu projeter nos perceptions mutuelles, au niveau des systèmes d'élevage (projection pluriannuelle et de plusieurs niveaux d'organisations) à partir de champs de connaissances (scientifiques, disciplinaires et de métiers) multiples. En raison de l'appui des modèles graphiques, principalement basés sur des paramètres numériques, nos travaux, de modélisation conceptuelle, relèvent surtout d'une modélisation systémique des activités d'élevage. Notre démarche systémique, tenant compte des interrelations, ne relevait donc pas que d'une logique holistique, comme cela peut être le cas lors de modélisation des systèmes d'élevage. Une lecture globale des systèmes permet de saisir les cohérences d'ensemble de systèmes complexes aux périmètres larges (Loyce et Wery, 2006), comme les élevages étudiés. En revanche, la mise en application des modélisations, pour des opérations techniques et pratiques, nécessite des repères sur les éléments, leurs interactions (internes et externes) et leurs organisations à plusieurs niveaux (Landais, 1994).

Des déclinaisons opératoires, de nos modélisations graphiques et conceptuelles, se sont révélées (ont été sollicitées) lors de l'interprétation des analyses (de données et d'informations), couplée avec leurs retranscriptions, leurs représentations (graphiques, schématiques). Les outils et méthodes qui ont émergés de ces travaux, ont tout d'abord été orienté par les éleveurs pour leur permettre de resituer leurs pratiques (leurs combinaisons) et informer leurs grilles de critères sur des choix précis, comme le choix des espèces fourragères (Huguenin et *al.*, 2001). Les acquis de ces études, confortés par leurs emplois par les professionnels du secteur de l'élevage, s'inscrivent principalement dans des logiques d'auto/inter – diagnostics resitués. Des outils (profil de pâturage, calendrier d'organisation, parcellaire, grilles de choix) ont été utilisés, adaptés et réappropriés. Cependant, plus que les outils et les méthodes retenus, c'est leur élaboration qui s'est révélée enrichissante pour tous les "porteurs d'enjeux". Cette démarche, qui s'appui sur l'échange de points de vue, s'avère d'ailleurs en elle-même un véritable "outil/méthode". Elle a induit des processus de raisonnements par reformulation des problèmes rencontrés, dépassant ainsi des tentatives de résolution ayant recours principalement aux approches linéaires par réponses unifactorielles additionnées. Elle trouve surtout son efficacité dans la construction de représentations partagées et d'apprentissage collectif entre professionnels de métiers différents (Girard, 2006). Nous avons adopté une posture (attitude) par laquelle la notion de transfert ne correspondait pas à notre logique de travail. Nos recherches se sont inscrites dans une démarche dialectique d'où pouvait émerger des résultats collectifs. Leur emploi a été soit poursuivit collectivement soit fait l'objet d'appropriation par des producteurs ou par d'autres acteurs du secteur. En l'occurrence, la Recherche a pu utiliser et réemployer ces résultats suivant ses propres développements et besoins.

³³⁷ avec des saisons liées aux paramètres bioclimatiques régionaux et aux saisons-pratiques (Léger et *al.*, 2000).

³³⁸ Ces représentations spatiotemporelles permettent de visualiser de nombreuses pratiques (avec leurs modalités), comme : l'allotement, l'allocation évolutive des lots dans le parcellaire, les rotations, les charges instantanées, des éléments d'organisation pour la reproduction du bétail...

Les recherches sur les modélisations conceptuelles ont permis de percevoir les principales caractéristiques qui jouent sur les articulations des systèmes d'élevage qui nous sont apparus comme les plus significatives. Les assemblages à étudier (ou poursuivre) sont ceux qui concernent les relations entre les stratégies de productions, les processus cognitifs des éleveurs, l'aménagement du territoire et l'organisations des modalités de conduites du bétail en rapport avec celles des pâturages pour répondre aux besoins de productions tout en préservant l'état des prairies. Au plan local, régional de nos études, nous sommes en mesure d'établir des cohérences génériques entre : aménagement – modalité de conduite – stratégie – besoin de production. Nos échanges avec d'autres programmes d'études dans des écorégions, notamment dans l'Etat du Para au Brésil³³⁹, et dans d'autres terrains tropicaux³⁴⁰, nous inclinent à percevoir des traits invariants qui mériteraient d'être repris dans une démarche de modélisation numérique (Doré et *al.*, 2006) pour obtenir des outils de simulations pouvant faciliter le pilotage des systèmes herbagers en zone tropicale humide. En France métropolitaine, des travaux pour l'élaboration de tels produits sont menés dans des domaines et logique qui nous sont proches. Un simulateur, en cours de validation dans le Cantal, porte sur les conduites des systèmes bovins allaitants herbagers. Il comprend un double aspect qui nous le rend pertinent : la production animale et la préservation des prairies (Jouven et *al.*, 2005 ; Jouven, 2006).

La perspective est envisagée de conduire un projet d'étude pour l'élaboration d'outils numériques de simulations et/ou prédictifs, portant sur une thématique plus ciblée sur le pilotage des pâtures par la dynamique des structures fourragères herbacées, en zones tropicales humides. Toutefois, avant d'engager des travaux de modélisation numérique, nous souhaitons vérifier la pertinence générique des résultats obtenus en Guyane, sur les processus de combinaisons de pratiques. Nous sommes en relation avec des programmes en cours, dans des terrains tropicaux, comme à Marabá (Etat du Para, Brésil), où des travaux ont commencés, courant 2008, sur les processus de décisions des éleveurs pour conduire leur élevage et préserver leurs pâturages, en système herbager intégral³⁴¹. Par ailleurs, des données complémentaires sur les flux de carbone dans des prairies devraient pouvoir être recueillies en Guyane³⁴². Ces données pourraient renforcer nos modèles biophysiques.

Une revue de travaux en cours ou réalisés, en matière de pilotage/gestion d'agroécosystèmes pilotés, serait à réaliser. En France métropolitaine³⁴³, des simulateurs permettent de prévoir et moduler la gestion du pâturage, pour ajuster l'offre fourragère aux pâturages, dans des situations de prairies dont l'entretien est plus élevé qu'en Guyane, comme PATUR'IN (Delaby et *al.*, 2001) et SEPATOU (Cros et *al.*, 2001). Le simulateur PARIS (Baumont et *al.*, 2002) porte sur le comportement spatial des animaux, leur sélectivité à la pâture avec l'effet induit sur la dynamique du couvert prairial. Des enseignements seraient aussi à retirer des travaux sur les systèmes multi-agents, particulièrement ceux qui s'intéressent aux effets en retour des pratiques d'élevages sur le milieu biophysique (D'Aquino et *al.*, 2001 ; Boissier & Guessoum, 2004). Nous aurions également à tenir compte des expériences réalisées sous différentes latitudes (Harris, 2000 ; Lemaire, 2000 ; Pittroffl & Cartwright, 2002) et de ceux qui portent essentiellement sur les systèmes de cultures (Malézieux et *al.*, 2001 ; Doré et *al.*, 2006).

³³⁹ (Topall, 2001 ; Hostiou, 2003)

³⁴⁰ D'autres terrains tropicaux comme à La Réunion (Mandret et Blanfort, 2000 ; Louhichia et *al.*, 2004 ; Vayssières, 2007), en Nouvelle Calédonie (Toutain et Dulieu, 1993 ; Blanfort et *al.*, 2008)

³⁴¹ Thèse (en cours) de Livia Navegantes Alves sous la direction de Charles-Henri Moulin (SupAgro).

³⁴² Programme en cours de prospection en 2008 par une équipe Inra/Cirad (J.F. Sousana, V. Blanfort).

³⁴³ Et dans des terrains équivalents comme dans le Jura Suisse où des situations écologiques au pâturage ont été étudiées Cf. programme Patubois (Gallandat et *al.*, 1996)

3. Déclinaison et usages des résultats obtenus et leurs perspectives

La mission première de nos études était de répondre aux problèmes de conduites et de préservation des herbages pâturés guyanais. Les producteurs (organisés en groupement de producteurs) et les organismes professionnels du secteur ont sollicité une démarche de R/D pour travailler avec eux (Letenneur et Matheron, 1991). En conséquence, les résultats à obtenir devaient répondre aux attentes des éleveurs et surtout s'avéraient opératoires dans les pratiques et organisations des élevages. L'intérêt des résultats de ces travaux menés en Guyane, était aussi d'être confronté avec d'autres résultats issus de thématiques proches, mais dans d'autres situations et contextes, pour en ressortir des caractéristiques invariantes. Pour que nos résultats acquièrent une reconnaissance, une pertinence, et puissent ainsi faire ressortir ses traits génériques, nous avons eu recours à la diffusion de nos recherches par voie de publications (articles, communications). La confrontation, des connaissances acquises, a pris également d'autres formes, notamment lors de l'élaboration de cours et de modules de formations. Les acquis des expériences, issus des travaux en Guyane, ont aussi été mis à contribution par ma participation à des dynamiques de coordination de connaissances dans des unités et des réseaux multi/inter disciplinaires scientifiques (UMR, IFR) et au sein d'une instance pluriprofessionnelle.

31. Résultats mis en application par les systèmes herbagers guyanais

Pour les élevages au pâturage toute l'année, la sécurité du système d'alimentation passe par la productivité de la biomasse et surtout le maintien du potentiel fourrager qui résulte de combinaisons de pratiques sur l'organisation des pâtures ayant des incidences sur la production, la reproduction fourragère. En zone tempérée à croissance végétale modérée, une évolution en contraste de la végétation pastorale, en jouant des modalités de pâture, peut présenter un intérêt (Meuret et *al.*, 1995). Cela ne peut guère être le cas en zones équatoriales, compte tenue des dynamiques végétales très rapides, la végétation prairiale doit plutôt s'inscrire dans des fluctuations modérées. Reste que pour les éleveurs, l'enchevêtrement des pratiques impliquées, pour gérer l'évolution végétale des pâtures, notamment pour la conduite du pâturage, s'avère le plus souvent délicat à se représenter mentalement. D'où l'intérêt ressenti par les éleveurs et les autres agents ruraux, de reformuler les éléments des pratiques par des outils d'aide à la représentation de schèmes opérantes en ayant recours à plusieurs supports d'informations (spatiales, temporelles, et graphiques) :

- ↳ Parcellaire avec plans des parcelles, pistes, bâtiments, indications des surfaces et des distances,
- ↳ Parcellaire informé des couverts fourragers, de l'état des prairies, de leur niveau d'exploitation,
- ↳ Chronogramme de rotation/allotement indiquant les charges instantanées,
- ↳ Schéma d'allotement en fonction des saisons et des paramètres de reproduction,
- ↳ Profil de pâturage à chaque parcelle sur l'évolution des charges instantanées dans le temps

Ces outils (supports) ont été conçus "*chemin faisant*" avec les éleveurs et leurs services d'appuis, pour visualiser leurs pratiques et organisations. Ils se sont révélés pertinents comme outils d'aide à la planification suivant des scénarii d'entrées et sorties du bétail tenant compte des stratégies de production et reproduction en fonction des saisons. Ce travail de pilotage prévisionnel se prête parfaitement à des discussions entre acteurs, pouvant être personnalisées (entre un éleveur et un agent de développement, à l'occasion notamment des suivis) ou menées en groupe. A la Société Coopérative des Eleveurs Bovins de Guyane, il était d'usage que les différents acteurs, en rapport avec cette structure, se retrouvaient à son siège tous les lundis après-midi, au retour des éleveurs de l'abattoir régional à Cayenne.

Les outils qui nous sont apparus les plus pertinents, pour établir des prévisionnels et des plannings d'organisations comme support de médiation et de discussions, sont ceux dont les représentations présentent des dimensions spatiales et temporelles. Plusieurs combinaisons de "calendriers/chronogrammes" et de "cartes/parcellaires" sont à ajuster par des liens fonctionnels entre des saisons (pédoclimatiques, zootechniques, végétales) et des zonalités du territoires de l'élevages (parcelles, îlots, zonage, polarités de pâturage). De ces liens ressortent des "opérations saisonnées" de façon spatiotemporelles, en cela nous retrouvons des logiques exprimées lors de travaux menés dans des systèmes d'élevages de ruminants en France métropolitaine qui évoquent la notion de "*saisons – pratiques*" (Girard & Hubert, 1999 ; Bellon et *al.*, 1999 ; Léger et *al.*, 2000). Ces outils d'aide à la perception, orientation et décision, sur des opérations biotechniques comprenant des modulations ont émergé des études (et des échanges induits), pour donner sens aux possibilités de transitions de séquences "saisons/opérations" suivant les dynamiques agroécologiques. Partant de certains repères connus, nous avons eu à partager des faits et des effets dont la perception était évoquée différemment suivant les éleveurs. Il était par exemple reconnu, de tous les éleveurs, qu'en saison de haute et forte pluviométrie (avril – juin) le recours au rotobroyage était impossible. En revanche, rare étaient ceux qui percevaient le risque d'utiliser des parcelles comme aires de stationnement en fin de saison sèche (souvent pour des raisons de points d'abreuvement taris dans bon nombre de parcelles).

La structure du couvert a été un des repères d'articulation "fait/acte" fort qui a fait l'objet de déclinaisons (issus de processus d'échanges itératifs) en grille de lecture combinant des faits et des actes avec comme résultantes des structures différenciées en densité et épaisseur à la base de la végétation fourragère. Le travail dialectique, sur les risques liés à l'état des structures, a été d'autant plus constructif qu'il existait des éléments de repères dans "*le fond culturel commun*" des professionnels locaux, sur les relations potentielles entre l'émergence de plantules d'adventices et les caractéristiques du couvert fourrager des prairies, notamment sur l'importance du recouvrement. En conséquence, des points de vue ont pu être échangés, provenant de la perception d'éleveurs et d'autres professionnels, suivant leurs expériences, avec des représentations issues aussi de mesures quantitatives réalisées sur les structures des couverts prairiaux.

Les résultats en matière d'outils d'aide à la décision, ont présenté plusieurs déclinaisons : grilles, repères, planning... La démarche d'échanges d'expériences et de représentations des études, est à considérer aussi comme une "démarche – outil". Elle permet aux éleveurs de faire part de leurs propres acquis, de confronter leurs pratiques entre eux et avec d'autres professionnels pour élaborer des itinéraires techniques référents qui peuvent être représentés schématiquement. Ces itinéraires n'ont pas une vocation de "mode d'emploi", de "modèle – guide", mais de représentations comme des "aides – mémoire" de repères techniques, qui sont déclinés et déroulés en de nombreux schèmes d'actes +/- enchevêtrés, dans des combinaisons opératoires. Il s'agit d'un outil de repérage pour la programmation prévisionnelle dans les élevages. Une des premières opérations ainsi représentées, concernait l'installation, ou la reprises de prairies, jusqu'aux premières périodes d'exploitation (Huguenin et *al.*, 2001).

Les éleveurs organisent le déroulement de l'année en périodes liées principalement aux phases climatiques, mais aussi en raison "d'objectifs/contraintes" relevant du cheptel et d'autres variables qui peuvent être la disponibilité en personnel. La succession des saisons et des campagnes, est donc de fait, une dynamique spécifique, "personnalisée", pour chaque élevage. Tous les éleveurs planifient leurs actions et leurs opérations dans le temps (Léger et *al.*, 2000). Toutefois, la projection dans un chronogramme mental, se révèle plus délicate, pour des systèmes composés de multiples lots d'animaux et structurés en de nombreuses

parcelles. D'où l'attrait rencontré par les éleveurs et les professionnels locaux pour utiliser les modes de représentations visuelles notamment pour les fortes structures, mais aussi pour aborder et comparer des élevages ayant des tailles de structures différentes. Leurs pertinences ont été appréciées autant sur l'analyse de situations passées et en cours, que sur des projections futures afin de revoir ou concevoir des combinaisons de mesures à prendre. La visualisation diachronique de leurs situations (combinaison : bétail x pâture), permet aussi aux éleveurs, grâce à ces différentes représentations, de saisir plus aisément les convergences entre leurs pratiques et les indicateurs qui caractérisent l'état des structures du couvert, tout en tenant compte des variations des pâtures et des charges instantanées retranscrit dans les profils d'exploitation des parcelles. Par ces lectures d'informations multiples, sur supports visuelles, les éleveurs arrivent à exprimer plus facilement leurs perceptions à propos des relations entre les modes d'exploitation parcellaire et leurs incidences sur l'état physiologique des prairies^{344(a)}.

Des tentatives de pilotage des relations entre les pratiques de pâture et la dynamique de la végétation avait été engagées, lors du plan de développement initial de l'élevage (années 1970), en ayant recours notamment à la fertilisation. Les perturbations induites par de telles techniques se sont vite révélées plus perturbatrices que régulatrices et surtout très coûteuses. Elles ont été abandonnées ou réduites à de modestes niveaux (Vivier et *al.*, 1995). Depuis, les éleveurs gardent en souvenir cet échec de pilotage agricole biotechnique (Girard et Hubert, 1996). En revanche, le souhait de composer avec le milieu se retrouve dans l'application de certaines pratiques étant en capacité de "moduler/ajuster" leurs modes de conduite. Le recours aux outils (et méthodes) qui ont émergés des travaux communs, permet de projeter des stratégies en ce sens. Le travail de représentations amène à prévoir des modalités de régulations, dont l'objet est d'atténuer des perturbations du système d'élevage, courantes ou périodiques, globalement ou par atelier, par activité (Coléno, 2002). La notion de saisons critiques correspond à des passages de périodes durant lesquels le climat peut engendrer des perturbations (fin saison sèche, période de pics pluviométriques), ou d'autres événements comme les pics de vèlage (redistribution du temps de travail). Cette démarche ouvre, pour les éleveurs, une réflexion sur la pertinence des mesures à employer, à anticiper (parcelle tampon), en fonction à la fois de leurs effets sur un temps court (rond), dont leur coût et aussi sur un temps plus long (Bellon et *al.*, 2004).

Des démarches et outils de représentations similaires ont montré leur pertinence dans d'autres terrains. Des travaux concernant des thématiques proches, sur les systèmes d'élevages, ont permis de traiter les logiques d'organisation et de structuration territoriale (Jossien et *al.*, 1994 ; Caron, 1998). Des représentations diachroniques et synchroniques ont aussi fait l'objet de travaux afin de saisir les logiques et stratégies d'élevage par les pratiques (Hubert, 1994 ; Balent et *al.*, 1997 ; Moulin et *al.*, 2001...³⁴⁵), ainsi que dans des exploitations agricoles (Brossier et Dent, 1998). De nombreux éleveurs, de nos réseaux d'étude en Guyane, disposent, de matériels informatiques et de logiciels de suivis du cheptel. Il pourrait donc être envisagé d'élaborer avec eux un modèle numérique de simulation. Sa construction prendrait

³⁴⁴ Extrait de Léger F., Bellon S., Guérin G., 2000. Outils & méthodes pour analyser les ressources au pâturage
« La notion de mode d'exploitation parcellaire est largement utilisée pour décrire la conduite du pâturage (Béranger et Micol, 1981, Spindler, 1984 ; Vivier, 1990). Elle constitue également une variable d'entrée déterminante pour modéliser les effets des facteurs du milieu et des techniques sur le couvert végétal (Lemaire, 1991) ou son évolution (Balent et Duru, 1984). La description du mode d'exploitation s'appuie sur l'identification des différentes périodes d'utilisation et des techniques qui leur sont associées : chargement instantané ; pâturage libre, tournant rapide ou lent, rationné, continu ; mode de prélèvement en tri ou complet... La combinaison de ces facteurs techniques influe sur la production fourragère et la maintenance sur pied. Elle aboutit pour chaque période d'utilisation au prélèvement d'une ressource fourragère déterminée, c'est à dire d'une quantité définie de matière, avec des caractéristiques qualitatives particulières.

³⁴⁵ Girard et *al.*, 2001, Pradalie, 2002 ; Alard et *al.*, 2002 ; Hostiou, 2003 ; Hubert, 2004 ; Lécivain et *al.*, 2004 ; Mathieu, 2004 ; Jouven, 2006 ; Legarto & Leclerc, 2007.

comme outils d'application : le parcellaire, les lots d'animaux troupeau avec paramétrage des mouvements, l'état des prairies (structures, dégradation, salissement), répartition des vêlages, les niveaux de croissance (GMQ), la conduite du pâturage (charges, rotation, rythme)... Sur ce principe, des logiciels de gestion des systèmes fourragers ont été programmés, grâce à des données issues de réseaux d'élevages laitiers en France métropolitaine (Cros et *al.*, 2001 ; Gay et *al.*, 2002). D'autres outils de simulation numérique portent plus sur des aspects d'adéquation fonctionnelle entre l'apport fourrager et la préservation des ressources prairiales, notamment de la biodiversité (Jouven et *al.*, 2005).

32. Résonance des acquis dans des réseaux de connaissances scientifiques

Nos travaux en agronomie, plus particulièrement en agropastoralisme au sens de Daget et Godron (1995) et en zootechnie, au sens de Landais et Bonnemaire (1996) avaient pour mission de générer (par processus collectif) des savoirs actionnables (Avenier, 2005). Leurs applications concernaient les professionnels locaux, à commencer par les éleveurs, ainsi que de nouveaux intervenants potentiels dans la zone et dans ce secteur. Ce fut par exemple le cas, dans le cadre d'un projet du CETIOM³⁴⁶, qui après nos programmes d'Etudes-Actions, a menés des travaux sur des cultures annuelles fourragères et alimentaires pour le bétail.

Le mandat local de nos études était de produire, en région tropicale humide, des connaissances sur le fonctionnement agroécologique des prairies installées. Elles portent, comme nous l'avons vu, dans sa dimension d'ingénierie, sur les déterminants des interventions techniques. Cette dimension de la recherche est importante pour concevoir et évaluer des ensembles cohérents de techniques, répondant tant à une diversité d'objectifs que de conditions de production. C'est la raison pour laquelle nous avons travaillé avec les éleveurs et les professionnels du secteur pour reformuler les problèmes perçus et échanger nos représentations afin d'apprécier l'adéquation des connaissances produites au contexte. Par ailleurs, nous avons eu aussi, comme dans tout travail de recherche en agronomie, pour objectif de contribuer à l'avancement de la science dans la discipline, ce qui suppose d'évaluer la genericité des connaissances produites et des méthodes ou outils mis au point. Pour M. Duru (2008), les "recherches actions/impliquées" peuvent amener deux questions :

Concernant l'aspect ingénierie « *le travail en situation permet-il, au-delà de la résolution de problèmes finalisés, d'élaborer un cadre conceptuel permettant d'organiser de façon structurée les observations en situation de façon à faciliter la construction d'outils d'aide au pilotage des cultures?* » Et en matière de valeur ajouté cognitif « *cette démarche de recherche permet-elle de faire progresser tout autant les connaissances qu'une démarche pilotée par la stricte production de connaissances sur le fonctionnement des agrosystèmes?* »

Les observations et analyses, que nous avons réalisées en situation, dans des opérations "d'études/actions", ont montré leurs aptitudes à engendrer différents types d'outils et de méthodes à la "gestion/décision". Le cadre de représentation issue des perceptions de la plateforme partenariale, comporte des repérages et règles sur l'état du couvert prairial et surtout de la structure fourragère. Il apporte aussi des logiques opératoires de planification et d'adéquation entre un déroulé de saisons (composées de facteurs climatiques et stratégiques), comprenant des modalités spatiales (l'aménagement et la structuration du territoire) avec des mesures d'adaptation - ajustement (logique d'ilotement des pâturages avec des parcelles tampons, des ajustements d'effectif et de lots). Ce cadre apporte aussi des lectures partagées, à partir de repères (et indicateurs) sur les notions de perturbation et de régulation des prairies en fonction des modalités combinées de conduite de pâture.

³⁴⁶ Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains.

En Guyane, ce processus par "cognition située"³⁴⁷ (Bruner, 1990 ; Clancey, 1997), se révèle opérant autant dans ses usages pratiques par les producteurs, que dans sa participation à des problématiques de sphère élargie qui comprend de nouveaux services d'interventions : en Recherche agricole et de développement (Cetiom, ferme de l'EPLEFPA³⁴⁸), en politique et économie sectorielle (Odeadom, Draf-G³⁴⁹, Conseil Régional...). Les connaissances acquises en Guyane, sont issues d'un travail qui répondait à des problématiques exprimées localement, mais qui se sont inscrites aussi dans une dialectique avec des réseaux plus larges d'informations et de savoirs. Les éleveurs et les autres acteurs locaux disposaient de leurs propres contacts extérieurs (notamment avec les Antilles et le Brésil). Dans cette articulation les enjeux de la recherche sont forts. Elle a pour fonctions essentielles la circulation et la médiation des savoirs. Nos recherches (Cirad/Inra) en Guyane, se sont bâties à partir des savoirs de la "science déjà faite" et leurs enseignements, leurs résultats, ont rejoint la "science en train de se faire" (Latour, 1995), suivant plusieurs registres destinés à la "communauté de pratiques", des "travailleurs du savoir" (Dortier, 2005).

Nos résultats ont fait l'objet de publications conventionnelles. Des articles et communications ont été publiés ainsi que des participations à des ouvrages collectifs (d'autres publications sont en cours). Des documents de vulgarisation/information ont également été réalisés (Cf. Bibliographie). D'autres voies ont aussi mise en "résonance" nos résultats, notamment celle de l'enseignement supérieure³⁵⁰ et celle de l'engagement, sous diverses formes, dans des unités scientifiques interdisciplinaires ou multiprofessionnelles³⁵¹. Les acquis et réflexions issus du travail de recherche en Guyane peuvent ainsi participer, par différentes "entrées", à l'évolution du thème portant sur les (agro)écosystèmes pâturés.

Les études de ce thème ont connue de profonde transition, notamment dans les régions tropicales et subtropicales (depuis les années 1960). Les approches intégrées des diverses disciplines, nécessaires pour aborder les problématiques des écosystèmes pâturés, ont vu évoluer ses cadres référents. Notre expérience guyanaise s'inscrit dans cette évolution, elle participe ainsi au débat qui tend à montrer la pertinence d'inscrire les recherches agro-pastorales dans un cadre d'approche agroécologique pour les pâturages (Balent et al., 1993 ; Blanfort, 1996 ; Bornard et al., 2004). Dans une perception d'enclassement des problématiques, l'élevage en systèmes pâturés doit s'apprécier dans une agroécologie générale, une écologie de l'action (Hubert, 2004 ; Altieri & Nicholls, 2005 ; Gliessman, 2007). Le contour opérant de ce type de recherches se retrouve aussi dans une cohérence holiste de l'écodéveloppement (développement soutenable) et de la transversalité (Morin, 1990 ; Sachs, 1993). Situer la place des études sur les systèmes pâturés, amènent aussi à tenter

³⁴⁷ « la cognition située est l'étude de comment la connaissance humaine se développe comme un moyen de coordonner l'activité depuis l'intérieur de l'activité elle-même. Cela signifie que le feedback – survenant de manière interne et avec l'environnement selon les moments- a une importance fondamentale. La connaissance possède donc une dynamique aussi bien dans sa formation que dans son contenu » (Clancey, 1997).

³⁴⁸ Etablissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole de la Guyane.

³⁴⁹ Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Guyane.

³⁵⁰ DESS puis Master PARC (Productions Animales en Régions Chaudes). Les promotions sont composées d'étudiants de plusieurs filières de formation et une partie importante d'entre eux proviennent de pays du Sud. Depuis sept 2008 ce Master s'intitule "Elevage des pays du Sud, environnement, développement" [Url en oct. 2008: http://www.master-bgae.univ-montp2.fr/rubrique.php?id_rubrique=30] ; Hormis les modules, cours, TD, j'ai eu à encadrer des mémoires et participé à l'encadrement de thèse (Botoni, 2003 ; Hostiou, 2003, Stevoux, 2005), actuellement (2008) L.N. Alves, enseignante/chercheuse au Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Pará, Brazil, accueillie à SupAgro/Cirad, C.H. Moulin Dir. de thèse.

³⁵¹ A titre d'exemples : IFR Ecosystem [Url en octobre 2008 : <http://www.ifr-ecosystem.org/>] ; Groupe/Réseau sur la Greforec - Gestion des Ressources Fourragères en régions chaudes [Url en oct. 2008 : <http://greforec-travail.cirad.fr/>] ; Groupe/Réseau sur EPE - Economie et Politique de l'Elevage (Url en oct. 2008 : <http://epe.cirad.fr/>] AFP - Association Française du Pastoralisme [Url en oct. 2008: <http://www.pastoralisme.net/>].

de percevoir les liens fonctionnels avec les autres domaines d'études et ainsi essayer de trouver des logiques de convergences consenties afin de pouvoir éviter les réactances (Brehm, 1996, cité par Marmion et Molénat, 2008) qui se rencontrent entre disciplines ou thématiques. Pouvons nous penser que le type de travail réalisé en Guyane avec ses différents prolongements, de part ses acquis, a su, au moins participer en partie, à établir une communication engageante au sens de Joule et Beauvois (1998) ?

L'agropastoralisme devrait se repositionner dans des dynamiques interactives avec d'autres domaines déclinés scientifiquement, socialement et professionnellement. Enjeu qui se retrouve d'ailleurs dans d'autres secteurs de recherche. En conséquence, pour que ce domaine puisse évoluer en abordant ses thématiques par des approches allant des faits aux actes, en prenant en compte les interfaces Elevage/Environnement/Sociétés, il serait pertinent de mener un travail d'épistémologie appliqué (Guédon, 2005). Une telle entreprise nécessite une collaboration avec des équipes de recherche en sociologie des sciences (Latour, 1996 ; Callon, 2003 ; Shinn et Ragouet, 2005), afin d'inscrire ce travail dans une dimension également synchronique dans la recherche et donc dans une attitude d'implication interactive ouverte avec la société notamment dans le secteur agricole et rurale (Aggeri et Hatchuel, 2003 ; Teixeira, 2004), mais aussi sur un plan plus général (Scott & Gibbons, 2001 ; Vinck, 2007).

Conclusion générale

Conclusion générale

Le problème du contrôle des adventices dans les prairies guyanaises s'est vite révélé comme une contrainte majeure et structurelle, du pâturage. Après le lancement du plan d'Etat pour le développement de l'élevage en Guyane, dans les années 1970, qui reposait sur des systèmes herbagers cultivés, les éleveurs ont eu recours à différentes techniques agricoles pour tenter de contenir les phénomènes d'embroussaillage, mais aucune d'entre elles s'est montrée apte à enrayer ou même à maintenir les processus invasifs. D'où la requête émise, principalement par des producteurs, d'engager avec la recherche une collaboration pour tenter d'obtenir des méthodes plus efficaces pour préserver leurs prairies. Les altérations des pâturages guyanais présentent des spécificités locales. Toutefois, elles s'apparentent au problème de la dégradation (Daget et Godron, 1995) des prairies par des adventices, qui présentent des traits communs, dans de nombreuses régions du monde.

La recherche a été interpellée, par les éleveurs guyanais, pour les connaissances qu'elle pouvait donc fournir ou produire. Une contractualisation, un partenariat, entre recherche et développement s'est engagé sur la base d'une formulation initiale, de part et d'autre, de ce problème de la dégradation des prairies. Cependant, au-delà d'une recherche technique rapide qui s'est porté sur des itinéraires techniques de traitements herbicides, pour amorcer une crédibilité auprès de la profession, nous avons pu aborder une reformulation plus globale du problème considéré avec des éleveurs. Les partenaires ont trouvé pertinent de réexaminer le problème du maintien de l'état des prairies afin de tendre vers des éléments de solutions pouvant s'inscrire dans la durée. « Tous les problèmes posés par les acteurs de terrain ne sont pas traitables scientifiquement, et ce tri ne va pas de soi, il relève bien d'un premier travail de la coopération chercheurs/partenaires. » (Hubert et Bonnemaire, 2000). La reformulation de la problématique exprimée en Guyane a ainsi pu se réaliser grâce à des repères génériques issus de connaissances relevant de l'agronomie et de l'écologie. Nous avons notamment cherché à saisir le poids respectif des facteurs du milieu et des pratiques ayant des incidences sur l'état des prairies, sur l'organisation des élevages (Balent *et al.*, 1993).

Par ce questionnement initial, nous avons pu montrer l'absence de relations entre les paramètres biophysiques du milieu et l'état de dégradation des prairies, contrairement aux variables liées aux pratiques. Cependant, toutes ne présentent pas le même poids explicatif sur la composition spécifique des prairies. La pâture, suivant sa conduite, peut être un facteur majeur de perturbation ou de régulation. Il dépend surtout des rythmes de variations des charges instantanées (plutôt que de leur valeurs absolues et des aspects de surpâturage ou de sous pâturage), des rythmes de rotation et de repousses de la végétation (Huguenin, 2002). L'incidence des modes de conduite du pâturage se retrouve dans la structure du couvert fourrager des prairies. Elle se révèle plus ou moins dense et épaisse. L'expression de la structure s'avère différenciée suivant les espèces fourragères en présence. Nous avons pu montrer que la contribution d'adventices était moindre dans les prairies ayant des structures du couvert dense & épais et inversement (Huguenin *et al.*, 2005). Des travaux d'études sur la principale adventice des prairies guyanaises, au stade plantule, sous divers couverts et suivant plusieurs traitements (ombrage/défoliation) ont été réalisés (Magda *et al.*, 2006). Les résultats, qui en ont été issus, tendent à montrer qu'au stade plantule les adventices peuvent être plus vulnérables sous des couverts fourragers denses et épais.

Ces principaux résultats acquis ont permis de valider notre hypothèse générale, par laquelle nous considérons que l'état des prairies peut être contrôlé et maîtrisé dans le temps par les éleveurs, suivant les pratiques instruites en matière de mode de conduite des pâturages et

l'installation des paires. Pour aborder les situations et les problématiques de cette thèse, nous avons eu à étudier les faits agroécologiques, ainsi que les actes agropastoraux des éleveurs en prenant en compte leurs interactions (Hubert, 2004). Ces études résultent principalement d'approches systémiques portant sur plusieurs niveaux, dont celui de la parcelle et celui de l'exploitation d'élevage. Celui de la parcelle a été le "centre de gravité" de nos travaux et de nos mises en cohérence des résultats en matière de faits biophysiques et d'interrelations agroécologiques. Celui de l'exploitation a été le "centre de gravité" de nos appréciations et représentations en matière d'actes, opérations et de pratiques des éleveurs afin de saisir leurs logiques d'organisations et d'agencements fonctionnelles.

L'analyse des pratiques (dans leur complexité et leurs combinaisons d'actions) nous a permis d'entamer une lecture des stratégies ainsi que les objectifs des éleveurs, notamment en matière de productions animales. Elle nous a surtout permis d'instruire une médiation des informations et savoirs au sein d'une plateforme de porteurs d'enjeux (multiprofessionnels), "*Stakeholders*" (Aggeri et Acquier, 2005) du secteur de l'élevage en Guyane dans laquelle la recherche a été impliquée (contractuellement), suite à la requête de producteurs. Cette plateforme a permis à tous ses participants de croiser leurs perceptions et leurs représentations des faits et des actes des systèmes d'élevages herbagers, pilotés par les producteurs, ou observés & suivis par les autres professionnels, instruisant ainsi un processus de recherche collectif (Röling, 1994). Par cette dynamique dialectique nous avons pu faire émerger la pertinence de conceptions d'éleveurs sur leurs systèmes afin d'en retirer des pôles de représentation d'organisations à travers des prototypes, pouvant permettre aux éleveurs de se situer entre eux. L'élaboration de modèles théoriques et de typologies établies suivant des paramètres structurels d'exploitation et des caractéristiques de productions ont été des outils de perceptions préalables, propres à des échanges intra - recherche, mais en aucun cas des supports de médiation interprofessionnelle. Nous avons voulu éviter les effets de dissonances cognitifs entre "conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes" (Daré et *al.*, 2004 ; Mathieu, 2004).

De nos observations et suivis, il a été procédé à des interprétations partagées avec chacun des éleveurs concernés par notre réseau. A partir des éléments de convergences des transcriptions d'analyses étaient soumis aux partenaires de la plateformes interprofessionnelles. Toutefois, ces mises en commun ont nécessité un repérage et une caractérisation des pratiques afin d'établir une base sémantique commune. L'identification des pratiques, de leur place, rôles et fonctions a amené l'équipe de recherche à travailler en alternance à la fois en "recherche – action – impliqué" dans le développement et en "recherche propre distanciée", par ses réseaux multidisciplinaires (Duru, 2008). Chaque partenaire (porteurs d'enjeux), évoluait aussi par phase enchevêtrée entre des temps de leurs propres activités et jouant de leurs différentes appartenances à des réseaux. Lors de nos phases de recherche distanciée, nous avons formalisé les pratiques concernant la structuration et l'aménagement du territoire, les allotements et allocation des lots ainsi que les modalités paramétrant les conduites de pâture (charge/rotation/temps de repousse). Ce travail n'est en rien linéaire, il évolue par de multiples itérations et allers-retours, qui nécessitent d'exposer les retranscriptions de nos compréhensions, de prendre en compte les nouvelles perceptions exprimées, de compléter des observations de terrains, de reprendre le travail de reformulation des pratiques et stratégies.

La formulation/représentation par modélisation schématique des schèmes d'actions et leurs organisations spatiales et temporelles a permis d'ouvrir ou au moins de révéler des situations dont les mécanismes d'interactions n'étaient pas perçus. La perception partagée a pu permettre d'engager des discussions sur les modalités et conditions d'ajustements pour

concilier les contraintes récurrentes de l'élevage, notamment l'alimentation du bétail (temps rond/court) et la préservation de la ressources fourragères, à moindre coût (temps long de la reproductibilité du couvert fourrager). Reposé en ces termes et avec les outils de représentations, la gestion de l'élevage apparaît ainsi aux producteurs comme un pilotage qui doit tendre vers une convergence d'objectifs à plusieurs pas de temps (Meuret, 2006). Cette démarche de représentation partagée a pu élargir la vision des éleveurs sur la diversité des pratiques et des modes d'organisations. Elle a surtout permis de construire un sens partagé à partir d'une base de données, sur les pratiques des agriculteurs (Girard, 2006). Base qui s'exprime, comme des représentations communes à l'interprofession de la plateforme du projet d'étude, dont les abstractions passent par la sémantique, la représentation mentale, la modélisation visuelle. Cette évolution cognitive située distribuée a conduit les éleveurs et autres professionnels, à évoquer des voies d'innovations ou d'ajustements pour produire de manière à limiter les facteurs et processus pouvant compromettre la pérennité des prairies. La comparaison des prototypes, révélés du panel des systèmes d'élevage, montre qu'ils ont des latitudes d'ajustements différents. En l'occurrence les éleveurs contraints, pour diverses raisons, à disposer rapidement et régulièrement de fonds issus de leur vente (taurillons jeunes, engraissement rapides d'animaux achetés), n'ont le plus souvent peu de latitude pour ajuster le fonctionnement en cours. Ils sont le plus souvent contraints de forcer la croissance et l'engraissement de leur bétail au détriment parfois de l'état de leurs prairies.

Nous avons pu remarquer que le processus, de représentations des situations et des actes, produit également des effets sur le groupe de travail lui-même, dans sa capacité à imaginer ensemble des solutions et à « apprendre collectivement » (Girard, 2006), mais aussi au-delà du groupe en instruisant tacitement dans les réseaux professionnels locaux des repères qui peuvent devenir des référents dans la culture technique locale (Darré, 1991). Les instruments utilisés pour mener nos recherches avaient, pour certains, des vocations propres à la recherche. En revanche, tous ceux qui ont été instruits pour et par le travail commun, à la fois lors des suivis et pour les représentations de nos interprétations et leurs perceptions, ont pu donner un caractère actionnable des savoirs obtenus (Avenier, 2005). Ce type de savoirs est issu d'un travail de cognition située distribué, instruit par une dynamique de partenariat relevant d'une logique de porteurs d'enjeux. De ces "conceptions/représentations partagées", hormis le processus de travail qui est une méthode en soit, des outils d'aide à la décision plus factuels ont pu être établis. Dans ce cadre, les dispositifs techniques configurent l'engendrement de sens que sont les processus cognitifs. L'interaction a alors été comprise comme une dynamique de modelage de l'expression verbale et artefactuelles. En ce sens, l'interaction humaine s'appuie sur des objets autant qu'elle en engendre (Brassac et *al.*, 2005).

Les outils d'aide à la décision, apparu "chemin faisant" lors de nos études, se sont révélés aptes à répondre à plusieurs fonctions. Pour la plupart, ils se sont formalisés pour apprécier, évaluer, des situations et pour aider à les discriminer et dont resituer chaque cas par lecture comparative. Les artefacts cognitifs des actes réalisés au cours du temps et qui se sont inscrits dans un territoire, offrent un recul précieux, autant aux acteurs qu'aux observateurs, pour saisir les cohérences et sens des transitions factuelles, opératoires (pratiques/stratégies), avec leurs résultantes en matière de dynamique agroécologique des pâturages. D'où la pertinence des jeux d'assemblages des chronogrammes multi-informatifs (allotement et leur allocation territoriale, rotation, îlotement, chargement instantanée) avec des projections parcellaires pouvant présenter plusieurs niveaux de renseignements (structurels sur l'aménagement et les infrastructures ; des actes et faits biophysiques par des chorèmes, comme l'état de la végétation, les modes d'exploitation). Ces mêmes outils d'aide à l'évaluation des situations constituent aussi en soi des supports de programmation et de prévisions opérationnelles.

L'intérêt des représentations visuelles dans les projets dont le pilotage comprend plusieurs temporalités d'actions et d'incidences offre des facilités pour "l'utilisateur/pilote" de se représenter sa situation, ses choix et surtout d'en discuter. Les représentations visuelles agissent comme "artéfacts du savoir". En tant que "supports de médiation", ce sont des représentations symboliques, riches de signification, à travers lesquelles des idées et des réflexions (projections mentales) s'expriment, se développent et s'échangent (Ewenstein & Whyte, 2007). En tant qu'artéfacts tangibles, ils constituent des entités matérielles qui s'inscrivent dans la boucle du « *faire pour savoir et savoir pour faire* ».

Le travail de représentation indiqué ci-dessus a eu recours à des méthodes de recueils de données éprouvées pour analyser et gérer les systèmes herbagers (Léger et *al.*, 2000 ; Duru et Hubert, 2003). Nous avons eu néanmoins à établir des outils complémentaires pour faciliter et affiner la perception et le pilotage des systèmes d'élevage, comme le profil de pâturage à la parcelle (charge instantanée/temps) et la caractérisation des structures du couvert fourrager (densité/épaisseur). D'autres outils d'aide à la décision se sont traduits par la formalisation synthétique de connaissances partagées, en matière d'espèces fourragères, une grille de choix a été par exemple produite, pour certaines interventions des itinéraires techniques ont été référencés (Huguenin et *al.*, 2001)..

Les résultats acquis au cours de nos travaux se sont inscrits localement dans des logiques et dynamiques concernant les ajustements de pratiques et surtout de stratégies des élevages. Dans le fond culturel local (technique), multiprofessionnel, l'importance des pratiques et de leurs incidences a été renforcée. L'intérêt de piloter des systèmes pâturés par des pratiques aptes à réguler les dynamiques agroécologiques, tout en limitant le recours aux intrants (principe de potentialisation), rentre en résonance avec des pertinences économiques (coûts des intrants), des préoccupations de non dépendance aux approvisionnements et la valorisation de l'image des produits d'élevages locaux. Ainsi en 2008, une coopérative d'élevage biologique a été initiée. Des travaux ont aussi été conduits ultérieurement à nos travaux pour renforcer la souveraineté locale fourragère en particulier et alimentaire du bétail plus globalement (Cetiom, Scebog). Par nos cadres théoriques qui nous ont permis de guider et inspirer nos études, les acquis de nos recherches s'agrègent aux règles génériques qui ressortent notamment dans l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation (Moulin et *al.*, 2001), des systèmes (agro)pastoraux (Hubert, 1994 ; Gibon et *al.*, 1999) et dans l'approche des systèmes de cultures avec leurs trajectoires (Doré et *al.*, 2006 ; Papy, 2008).

Les éléments invariants, transdisciplinaires qui portent particulièrement sur les concepts de perturbation, "régulation/dérégulation", stabilité, résilience, donnent aux informations et résultats obtenus, par cette thèse, des opportunités de renforcer à la fois son cœur de thème : l'agroécosystème pâturé, mais aussi d'établir de interfaces ou des passages entre champs scientifiques "*agronomie – écologie – Sciences humaines*". Les éléments invariants mis en évidence sur le terrain guyanais, traduits en connaissances, a permis de contribuer avec d'autres connaissances, issues d'autres expériences, d'autres terrains et d'autres disciplines (ou combinaisons de disciplines), à des plateformes de mise en commun de la recherche comme cela fut le cas pour l'IFR Ecosystem³⁵² (2003-07) pour mener des réflexions et des opérations sur le fonctionnement et la gestion d'(agro)écosystèmes terrestres par la convergence de trois pôles scientifiques : Evolution biophysique, Fonctionnement des peuplements et communautés, gestion innovation cognition.

³⁵² <http://www.ifr-ecosystem.org/index.php> Cirad, Cnrs, Inra, Ird, SupAgro, Univ. Mtp2.

La mutualisation de nos résultats qui présentent des caractères invariants (particulièrement sur l'incidence de la régularité des profils de pâturage) ont également été la source d'autres mises en plateformes de références de connaissances ou d'engagement dans des réseaux multidisciplinaires. Ces connaissances se sont notamment inscrites avec celles d'autres collègues comme V. Blanfort (1996), Roberge & Toutain (1999), Rippstein (2001), dans un groupe de référence sur des thématiques recentrés sur les (agro)écosystèmes pâturés et la gestion des ressources fourragères (Greforec³⁵³), Cf. Evaluation, Blanfort et al., (2003).

L'expérience de dialogue et de confrontations de points de vue, entre différents métiers (Éleveurs, Enseignant & Recherche, Développement), a pu se prolonger dans l'instance nationale du pastoralisme français (AFP³⁵⁴). Le fait est que de nombreuses thématiques présentent les mêmes bases et présentent des cadres d'analyse proches à similaires comme c'est le cas par exemple avec les "saisons-pratiques" (Bellon et al., 1999 ; Girard et Hubert, 1999 ; Léger et al., 2000) et les ajustements "bétail /herbe" (Guerin et Gautier, 2004). Par cette instance, en 2006, a été instruit, pour exemple, une réflexion sur la pertinence que peuvent présenter les SMA dans le pastoralisme français (AFP-Cirad-Inra-SupAgro, 2006).

Dans le sens également d'une confrontation plus élargie de nos résultats, tout en restant dans le domaine de l'élevage du sud, nous avons eu aussi à revoir le contour des sciences pour nos thématiques (Hervieu, 2002). Nous avons notamment pu fournir des contributions et ainsi pu participer à un groupe de recherche sur l'économie et la politique de l'élevage dans les pays du sud³⁵⁵, notamment sur la gestion différenciée du temps et la résilience des systèmes agroécologiques, ainsi que sur la construction des savoirs partagés en systèmes d'élevage semi-extensif. Par la voie de l'enseignement supérieure³⁵⁶, nos connaissances autant en démarches qu'en éléments pour le repérage et le fonctionnement des agrosystèmes a pu faire l'objet de processus de "*médiation du savoir*" par les diverses formes d'interventions académiques, mais aussi par l'écoute, l'accompagnement d'étudiants basés principalement à Montpellier pour leur formation, allant jusqu'à la direction scientifique de mémoires, et parfois pour l'appui à des thèses en cours ou en finition (Botoni, 2003, Hostiou, 2003, Stevoux, 2005 ; Alves, 2008). Plusieurs formes de publications ont été déjà éditées, d'autres sont en projet dont celles mettant l'accent sur l'articulation des savoirs des métiers et des connaissances scientifiques pluridisciplinaires, en gardant en fondamentaux les régulations "herbivores/végétations".

Les paramètres de contrôle des prairies guyanaises, comme cela nous semble paraître ailleurs, relèvent essentiellement des modalités de mise en œuvre de pratiques, de leurs combinaisons. La potentialisation par l'(ré)organisation des actes et de l'évolution de la structuration du territoire, sans avoir recours à des intrants ou en moindre quantité utilisés de façon plus ciblée, apparaît même comme une réalité dans certains élevages ou portions d'exploitations. Cette gestion d'élevage basée sur la régulation et l'anticipation implique tous les éléments du système, d'où la nécessité pour ceux qui souhaitent ajuster leur stratégie de tenter des passages par étapes. Pour schématiser, certains coûts peuvent baisser, les risques liés aux aléas d'approvisionnements s'effacer, toutefois la mise en route d'un système réguler avec des allotements stables, des règles d'allocation à respecter, peuvent induire au début de fortes contraintes de temps de travail et de façon plus gênante l'installation d'une dissonance dans les ajustements à entreprendre. D'où l'importance de garder des réseaux socioprofessionnels

³⁵³ GREFOREC : groupe Gestion des Ressources Fourragères des régions chaudes, Url : <http://greforec.cirad.fr/>

³⁵⁴ AFP : Association Française du Pastoralisme, Url : <http://www.pastoralisme.net>

³⁵⁵ EPE : groupe Economie et Politique de l'Elevage, Url : <http://epe.cirad.fr/>

³⁵⁶ Master II Productions Animales en Régions Chaudes (PARC) devenu en 2008-09 : Elevage des Pays du Sud Environnement - Développement, Url : http://www.master-bgae.univ-montp2.fr/rubrique.php3?id_rubrique=30

ayant des qualités interactives solides et des leaders notamment chez les producteurs, réactifs et voir proactifs. En miroir, la recherche dans ce projet a su s'impliquer pour s'instruire en une logique de cognition située, tout en sachant se préserver des temps distanciés (Duru, 2008).

Les caractéristiques évoquées dans nos résultats, sur les conditions aptes à préserver le potentiel fourrager, renforcer sa résilience, passent notamment par des conduites de pâtures modulées, régulées, en ayant recours à une biodiversité fourragère des couverts. Ces aspects sont en adéquation avec certaines conditions majeures du développement durable, notamment par la production en cohérence avec la reproduction du système, évitant (limitant) d'avoir recours à des intrants et de plus contribue à relocalisation de la production alimentaire guyanaise.

Dans le prolongement de la thèse, nous pensons trouver en ces systèmes d'élevages herbagers en zone humide, un objet d'étude à approfondir leur "*écopertinence*" selon leur mode de conduite (et à explorer dans d'autres terrains). En conséquence, en perspectives à venir, les travaux de cette thèse pourraient se voir prolongés suivant deux orientations différentes mais complémentaires pour apprécier l'écopertinence de ces élevages dans ces écorégions. L'une, plus biophysique en rapport aux pratiques. Elles auraient pour objet de mesurer les flux de carbone en différentes prairies guyanaises. L'autre aurait une orientation plus précise sur les pratiques de conduite des élevages herbagers dans l'Etat du Para, Brésil, particulièrement sur les processus cognitifs de "gestion/décision" des éleveurs envers leurs pâturages en situation de dégradation. L'initiation de ces deux programmes a été entamée courant 2008.

En complément à ces deux opérations de recherche, auxquelles je participe, une revue plus large sur l'implication de l'élevage herbivore dans le développement durable serait à envisager à partir de plateformes ou de réseaux cités précédemment. Ce travail aurait à apporter, au-delà des constats et faits quantitatifs, présentés des études qui concernent l'impact de la production animale sur l'environnement, comme celle de LEAD³⁵⁷ publiée en 2006, (Steinfeld et *al.*), des éléments de discernements concernant la diversité des systèmes et des pratiques. Leur appréhension, ainsi que celle de la variété des pratiques, peut permettre de mieux percevoir leur spectre potentiel d'éco-évolution. Cette orientation passe par une représentation concernant les transissions agraires en matière d'élevage d'herbivores et les dynamiques écologiques. D'elle peut être instruite des pratiques reformulées à partir de connaissances transdisciplinaires, comme en agroécologie (Gliessman, 2007), en médiation avec des savoir-faire et des savoirs professionnels.

³⁵⁷ Livestock, Environment And Development Initiative <http://www.fao.org/lead/>

Bibliographie

Références bibliographiques

- AAF, 2001 - Les entretiens du Pradel (1^{ère} édition). Autour d'Olivier de Serres: pratiques agricoles et pensée agronomique ; Partie agronomique - Académie d'Agriculture de France, Comptes rendus AAF, V.87, n°4, 312 p.
- Acot P., 1993 - La phytosociologie de Zürich-Montpellier dans l'écologie française de l'entre-deux guerres - *Bull. écol.* vol. 24, n°1, pp. 52-56.
- Adler P.B., Raff D. A., Lauenroth W.K., 2001 - The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation - *Oecologia* 128:465-479.
- Adjei B., M., 1998 - Grazing trial with *Brachiaria* at ona - *Range Cattle Rec Newsletter*, March, 1998 - Vol. 1, No. 1.
- A.F.P.F, 1992 - L'extensification en production fourragère - Actes des journées 1992 de l'Association Fr. pour la Production Fourragère, 192 p.
- A.F.P.P.-C.E.B., 2007 - Répertoire terminologique en protection des plantes - Asso. Fr. de protections des plantes, Com. des essais Bio., 95 p.
- Aggeri F., Acquier A., 2005 - La théorie des stakeholders permet-elle de rendre compte des pratiques d'entreprise en matière de Responsabilité Sociale d'Entreprise ? - In: Actes AIMS, XIV^{ème} Conf. Int. *Management Stratégique*, (Angers-Nantes), 6-9 juin 2005. Url (déc. 2008) : <http://www.strategie-aims.com/angers05/res/03-404rd.pdf>
- Aggeri F., Hatchuel A., 2003 - Ordres socio-économiques et polarisation de la recherche dans l'agriculture : pour une critique des rapports science/société - *Sociologie du travail*, V.45, n°1, 113-133.
- Agreil C., 2003 - Pâturage et conservation des milieux naturels : une approche fonctionnelle visant à qualifier les aliments à partir de l'analyse du comportement d'ingestion chez la brebis - Thèse INA P-G, Inra, Avignon, 351 p.
- Agreil C., Colas, S., Meuret, M., Müller, F., 2003 - Pâturage et biodiversité où les troupeaux ne sont pas des machines comme les autres - Conférence donnée par l'INRA-SAD et Espaces Naturels de France au SIMA 2003, Paris, Parc des Expositions. Url (déc. 2008) : <http://www.avignon.inra.fr/content/download/3516/56542/file/Repas1.pdf>
- Akin T., 2006 - Sustainable grasslands - USDA Natural Resources Conservation Service (NRCS), Massachusetts State Office, 16 p. Url (déc. 2008) : http://www.ma.nrcs.usda.gov/news/publications/Sustainable_Grasslands.pdf
- Akpo L.E., 1993 - Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien - Les déterminants écologiques - Thèse de 3^{ème} cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Orstom, 183 p.
- Akpo L.E., Gaston A., Grouzis M., 1995 - Structure spécifique d'une végétation sahélienne. Cas de Wiidu Thiengoli (Ferlo, Sénégal) - *Bull. Mus. natl. Hist.nat.* Paris, 4^{ème} sér. 17, section B. *Adansonia*, n°s 1-2, 39-52.
- Akpo L.E., Grouzis M., 2004 - Interactions "arbre - herbe" en bioclimat semi-aride : influence de la pâture - *Sécheresse*, 15 (3) : 253-261.
- Akrich M., Callon M., Latour B., 2002 - The Key to Success in Innovation / Part I: the art of interressement - *International Journal of Innovation Management*, 6 (2), 187-206.
- Alard D., 1990 - La végétation pastorale de Normandie centrale. Phyto-écologie, agronomie et dynamique. Conséquence pour la gestion d'un espace agricole en mutation - Thèse Ecologie, Université de Rouen, 189 p.
- Alard D., Poudevigne L., 1997 - Les facteurs de contrôle de la biodiversité dans un paysage rural : une approche agro-écologique - *Ecologie* n°28, 25-38.
- Alard A., Béranger C., Journet M., 2002 - A la recherche d'une agriculture durable: étude de systèmes herbagers économes en Bretagne - Ed. Quae, 2002, 340 p.
- Alary V., 2006 - L'adoption de l'innovation dans les zones agro-pastorales vulnérables du Maghreb - *Afr. Contemporaine*, n°219 pp. 81-101.
- Alary V., El Mourid M., 2007 - Changement réel et changement induit Décalage ou perpétuelle recherche pour les zones arides d'Afrique du Nord - *Cahiers Agri.* V. 16, N°4, 330-7.
- Albaladejo C., 2001 - A la recherche d'une agriculture durable, sur les fronts pionniers : les processus, de sédentarisation d'une agriculture familiale en Amazonie et en Argentine - *NSS.* 2001. vol. 9, 2 : 29-43.
- Alcantara P.B., Bufarah G., 1999 - Plantas forrageiras : gramíneas e leguminosas - Sao Paulo, Brésil, Ed. Nobel S/A, 162 p.
- Adler P.B., Raff D. A., Lauenroth W.K., 2001 - The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation - *Oecologia* 128:465-479.
- Allaire G., Boiffin J., 2003 - Les systèmes de recherche et l'innovation : Désintensification, innovation et développement - *Dossier de l'environnement de l'INRA* n°24 : 145-152.
- Allen T-F-H., Hoekstra T.-W., 1990 - The confusion between scale-defined levels and conventional levels of organisation in ecology - *J. Veg. Sci.* n°1: 5-12.
- Allen T-F-H., O'Neill R-V., Hoekstra T-W., 1987 - Interlevel relations in ecological research and management: some working principles from hierarchy theory- *J. Appl. Syst. Anal.* n°14: 63-79.
- Allen T-F-H., Starr T-B., 1982 - Hierarchy, Perspectives for ecological complexity - *University of Chicago Press*, Chicago, Il, 328 p.
- Alley H.P., Messersmith C.G., 1985 - Chemical control of leafy spurge Leafy Spurge - pp. 65-78, In: Watson A.K. (ed.), Leafy Spurge. Monograph No. 3, *Weed Science Society of America*, Champaign, Illinois, USA.
- Allié M. (Secr Redact.), 2004 - Brésil : le Zébu Conquérant - Dossier Economie de l'élevage, Ofival, Institut de l'élevage, Département économie, Juin 2004, N°336, 83 p.
- Alter N., 2000 - L'innovation ordinaire - Ed. Puf, Coll., Quadrige - Essais et Débats, 284 p.
- Altieri M.A., 1986 - L'agroécologie, bases scientifiques d'une agriculture alternative - Debard, 237 p.
- Altieri M.A., 1989 - Agroecology: A New Research and Development Paradigm for World Agriculture - *Agriculture, Ecosystems and Environment*, V. 27 (1989) 37-46 - Elsevier Science Publishers B.V.

- Altieri M.A., 1995 - Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture – Ed. Westview Press; 2nd edition (September 1995), 448 p.
- Altieri M. A., 2002 - Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments - Agriculture - *Ecosystems and Environment*, 93, 1–24.
- Altieri M.A., Letourneau D.K., Davis J.R., 1983 - Developing sustainable agroecosystems - *BioScience* 33: 45-49.
- Altieri M.A., Masera O., 1993 - Sustainable rural development in Latin America: Building from the bottom up - *Ecological Summit*. 7:93–121
- Altieri M. A., Nicholls C. I., 2005 - Agroecology the Search for a Truly Sustainable Agriculture - First edition: 2005 (English version) - University of California, Berkeley – UN, Environment Programme Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean, 291 p.
- Altieri M.A., Peter Rosset P., Thrupp L.A., 1998 - Le Potentiel de l'agro-écologie dans la lutte contre la faim dans le monde en développement – IFRI, 4 p.
- Alward R.D., Joern A., 1993 - Plasticity and overcompensation in grass responses to herbivory - *Oecologia*, V. 95, N°3, 358-364.
- Ambrosio T., 2005 - Les processus d'intégration/refus de la pensée systémique et de la modélisation de la complexité - Actes Congrès Européen de Systémique, spt. 2005, Paris.
- AME, 1998 - Agriculture et environnement en Languedoc-Roussillon – Agence Méditerranéenne de l'Environnement. URL (Déc. 2008) : <http://www.ame-lr.org/lettre/dossiers/index.html>
- Amiaud B., Bouzillé J.-B., Bonis A., 1998 – Analyse de la dynamique végétale selon la nature et l'intensité du pâturage : exemple des marais communaux du marais poitevin – *Ann. Zootech.* 47 (1998) 5009-509 / Contribution aux *Journées internationales de la recherche pour la gestion des territoires ruraux sensibles*, Clermont-Fd, 27-28 avril (1998), *Elevage – Espace et Environnement*.
- Amiaud B., Mariau A., Plantureux S., 2003 - Relations fonctionnelles entre la diversité et les traits biologiques d'espèces végétales en prairies permanentes – *Journées d'Ecologie Fonctionnelle* : JEF 2003. URL (Déc. 2008) : <http://www.ensaia.inpl-nancy.fr/lae/Equipe/AgrDur/Francais/Equipe/JEFBA2003.pdf>
- Anderson B., 2004 – Control pasture weeds with grazing - University of Nebraska, Lincoln, Lincoln, NE, *Beef Cattle Production*, may 27-04.
- Andrade (de) C.M.S., Garcia R., Valentim J.F., Pereira G., 2006 - Grazing management strategies for massagrass-forage peanut pastures: 3. Definition of sward targets and carrying capacity - *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.2, p.352-357.
- Andreux F., Choné T., 1993 - Dynamics of soil organic matter in the Amazon ecosystem and after deforestation: basis for efficient agricultural management - *Centre National de la Recherche Scientifique*, Nancy, 51 p.
- Andrieux P., Béreau M., Boulet R., Grimaldi M., et al., 1987 - Amélioration des prairies dégradées par régénération mécanique ou introduction de cultures annuelles - Cirad / INRA / Orstom, Kourou, rapport de synthèse action CORDET, 13 p.
- Ansquer P., 2006 - Caractérisation agroécologique des végétations prairiales naturelles en réponse aux pratiques agricoles. Apports pour la construction d'outils de diagnostic – Thèse de l'Ecole Polytechnique de Toulouse, 307 p.
- Argyris C., 1993 - Savoir pour agir. Surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel - Inter-Editions, Paris, 1995, 330 p.
- Armstrong R.H., Robertson E., Hunter E.A., 1995 - The effect of sward height and its direction of change on the herbage intake, diet selection and performance of weaned lambs grazing ryegrass swards - *Grass Forage Sc.*, 50, 389-398.
- Arnaud R., Nobile F., Bouraly J., Pallix G., Boisard Y., 1976 - Programme de développement de l'élevage bovin sur la zone côtière de la Guyane française - Rapport de synthèse, Paris, SCET International, DDA-Guyane, CCE, 161 p.
- Arnauld de Sartre X., 2006 - Fronts pionniers d'Amazonie - Les dynamiques paysannes au Brésil - Paris : CNRS Éditions, Collection Espaces et milieux, 223 p.
- Arnauld de Sartre X., Albaladejo C., Martins P., Veiga I., Grimaldi M., 2005 - Identification et évaluation de la diversité des modes d'exploitation des milieux en Amazonie orientale - *Cah. agri.* V.14 N°1 85-9.
- Arshad M.U., Razzqa A., Saleem R., 2006 – Performance forage grasses under spring and monsoon seasons at Pothowar Plateau (Pakistan). - *Int. J. Agri. Biol.*, Vol. 8, N°. 3, 2006, 398-401.
- Artus-Poliakoff F., Champannet F., Gayalin M., 1991 - Production fourragère et élevage ovin à la Martinique - *Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop*, 1991 (n°sp), 91-98.
- Aschan - Leygonie Ch., 2004 – Résilience – *Revue Géo. Cité – Hypergé.* http://www.hypergeo.eu/article.php3?id_article=125
- Ash A.J., Corfield J.P., 1998 - Influence of pasture condition on plant selection patterns by cattle: its implications for vegetation change in a monsoon tallgrass rangeland - *Tropical Grasslands*, Volume 32, 178–187.
- Ash A., Cross J., Smith M. S., 2004 - Scale, heterogeneity and secondary production in tropical rangelands - *African Journal of Range and Forage Science*, V. 21, N°3, pp. 137-145(9).
- Attonaty J.-M., 1980 - Qu'est-ce que le système fourrager ? - *Perspectives agricoles*, (Hors-série), p. 20-27.
- Aubertin C., 1990 - Mouvements de populations et changements économiques dans le Centre-Ouest brésilien – ORSTOM, *Cah. Sci. Hum.* Vol. 26 Num. 3 : 327-342.
- Aubertin C., 1996 - Heurs et malheurs des ressources naturelles en Amazonie brésilienne - ORSTOM, *Cah. Sc. Hum.* V32, N°1, p. 29-50.
- Aubreville A., 1957 – Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation – *Bois et Forêts des tropiques*, 51 : 23-27.
- Audru J., 1965 - Pâturages et problèmes pastoraux dans le pseudo delta du Sénégal - Rapport de mission du 04 août au 24 octobre 1965, Maisons-Alfort : IEMVT, 53 p.

- Audru J., 1977 - Les ligneux et subligneux des parcours naturels soudano-guinéens en Côte d'Ivoire : leur importance et les principes d'aménagement de restauration des pâturages - (Note de Synthèse n°8) - Maisons-Alfort : GERDAT-IEMVT, 1977, 267 p.
- Audru J., Boudet G., 1964 - Pâturage de la zone sud de la République Centrafricaine - Ministère du Développement Rural en République Centrafricaine, I.E.M.V.T., Maisons-Alfort, 213 p.
- Audru J., Boudet G., César J., Dulieu D., Gaston A., Mandret G., Merlin P., Rippstein G., Roberge G., Toutain B., 1987 - Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale, gestion aménagement et intensification fourragère - Maisons-Alfort, IEMVT, coll. *Etudes et Synthèses de l'IEMVT* n° : 24 ; 418 p.
- Audru J., Huguenin J., 1986 - Restauration et meilleure utilisation des Hyphaenaies d'Agna et de Galafi. Comportement de 7 espèces fourragères et fruitières en pépinière après une année d'expérimentation (République de Djibouti) - Rapport tech. Délégation en République de Djibouti CEE, Min.Agr.Dév. R.Rép. de Djibouti, l'IEMVT-CIRAD. Maisons-Alfort, 21 p.
- Aumont G., Caudron I., Xande A., 1991 - Valeurs alimentaires de fourrages tropicaux de la zone Caraïbe et de la Réunion - INRA Guadeloupe, 119 p.
- Avenier M.J., 2005 - Elaborer des savoirs actionnables à partir de récits de pratiques c'est transformer de l'expérience en Science avec conscience - 6^{ème} Congrès Européen de Science des Systèmes, 19-22 sept. 2005, 11 p.
- Babaudou P., Dedieu B., Gachet J.-P., 1995 - L'engraissement des bovins - p. 177-182 in : Vivier M., 1995 "L'élevage bovin en Guyane". Maisons-Alfort, Ed. : Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.
- Bachelard G., 1934 - Le nouvel esprit scientifique - Ed. (2003) PUF, 183 p.
- Bailey D.R., 1982 - La lutte contre les mauvaises herbes dans les pâturages tropicaux - p. 152-165 in : ouvrage de P.J. Skerman : "Les légumineuses fourragères tropicales". Rome, FAO.
- Bailey D.W., Dumont B., Wallis De Vries, M.-F., 1998 - Utilization of heterogeneous grassland by domestic herbivores: Theory to management - *Ann Zootech.* n°47, 321-333.
- Bailey D.W., Gross J.E., Laca E.A., Rittenhouse L.R., Coughenour M.B., Swift D.M., Sims P.L., 1996 - Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns - *Journal of Range Management*, 49(5), p. 386-400.
- Bailly G. (Rap.), Emorine J.P., 2003 - L'avenir de l'élevage : enjeu territorial, enjeu économique - Rapport d'information n° 57, Commission des affaires économiques du Sénat Fr. Baize D., 1988 - Guide des analyses courantes en pédologie - Paris, INRA, 172 p.
- Baize D., Girard M.-C., (coord Sc.) 1995 - Référentiel pédologique - Paris, INRA, coll. Techniques et Pratiques, 332 p.
- Baize D., Jabiol B., 1995 - Guide pour la description des sols - Paris, INRA, coll. Techniques et Pratiques, 375 p.
- Balandier Ph., 2004 - Etude des interactions "arbre - végétation" herbacée ou arbustive : compétition pour les ressources du milieu et conséquences en termes de gestion - Rapport HDR, Cemagref, Clermont-Ferrand, 180 p.
- Balcet C., 2005 - Intervention ou construire sur les différences - In 6^{ème} Congrès Européen de Sciences des Systèmes, 19-22 sept. 2005.
- Balent G., 1987 - Structure, fonctionnement et évolution d'un système pastoral : Le pâturage vu comme un facteur écologique piloté dans les Pyrénées Centrales - Thèse Doctorat d'Etat es Sc., Université de Rennes 1, 146 p.
- Balent G., 1991 - Construction of a reference frame for studying the changes in species composition in grassland - *Options Méd.* n° 15: 73-81.
- Balent G., 1994 - La qualité des systèmes écologiques : Le point de vue de l'écologue - *Etud. & Rech. sur Syst. Agraires* n°28 : 259 - 266.
- Balent G., 1995 - Compte-Rendu de mission au Brésil -Toulouse, INRA-SAD, 9 p.
- Balent G., Alard D., Blanfort V., Gibon A., 1998 - Activités de pâturage, paysages et biodiversité - *Ann. Zootech.* (1998), n°47, 419-429.
- Balent G., Duru M., 1984 - Influence des modes d'exploitation sur les caractéristiques et l'évolution des surfaces pastorales : Cas des Pyrénées Centrales - *Agronomie*, 4, 2 : 113-124.
- Balent G., Duru M., Gibon A., Magda D., Theau J.P., 1997 -Les prairies permanentes de milieu océanique et de montagne humide. Outils de diagnostic agro-écologique - Ch agri Midi Pyrénées. Url (déc. 2008) : <http://www.midipyrenees.chambagri.fr/Les-outils.html>
- Balent G., Duru M., Magda D., 1993 - Pratiques de gestion et dynamique de la végétation des prairies permanentes - Une méthode pour le diagnostic agro-écologique, une application aux prairies de l'Aubrac et de la vallée de l'Aveyron - pp. 278-28,1 in " Pratiques d'élevage extensif - Identifier, modéliser, évaluer" éd. Sc. E. Landais, Inra, p. 283 - 301.
- Balent, G., Fily, M., 1991 - Dynamique de la végétation selon les pratiques selon les pratiques des agriculteurs. Une modélisation à partir des données recueillies dans une vallée des Pyrénées centrales - *Etudes et recherche sur les systèmes agraires et le développement*, Inra n°23, 48 p.
- Balent G., Gibon A., 1988 - Définition et représentation du système pastoral. Niveaux d'organisation et pratiques de pâturage - *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement* n°11 : 65-78.
- Balent G., Gibon A., 1996 - Organisation collective et individuelle dans la gestion des ressources pastorales : conséquences sur la durabilité agroécologique des ressources - In : N-P., Zervas., Hatziminaoglou, J., (éds.), "The optimal exploitation of marginal Mediterranean areas by extensive ruminant production systems", EAAP Publication 83, Thessalonique (1996) : 365-375.
- Balent G., Gibon A., 1987 - Définition et représentation d'un système pastoral ; Application aux Pyrénées Centrales articulation des points de vue du pastoralisme et du zootechnicien - Ed. Inra, Coll. Etudes et Recherches, 11 : 65-78
- Balent G., Gibon A., 1999 - Organisation collective et individuelle dans la gestion des ressources pastorales : conséquences sur la durabilité agro-écologique des ressources - In : Gibon J. (ed.), Lasseur J. (ed.), Manrique E. (ed.), Masson P. (ed.), Pluvinaud J. (ed.), Revilla R. (ed.). Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1999. p. 264-277 : *Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches* ; n° 27.

- Balent G., Magda D., 1992 – Co-evolution of grassland biodiversity and farm management – *Proc. 15th Gen. Meet. EGF* (1994): 278-281.
- Balent G., Stafford-Smith M., 1991 - A conceptual model for evaluating the consequences of management practices on the use of pastoral resources - *In: Proceedings of the 4th International Rangeland Congress*. Ed. CIRAD, Montpellier : 1158-1164.
- Balent G., Toutain, B., Richard, D., 1998 – Grazing systems and the control of végétation dynamics in Réunion island (Indian Ocean) - Contribution aux *Journées internationales de la recherche pour la gestion des territoires ruraux sensibles*, Clermont-Fd, 27-28 avril (1998), *Elevage – Espace et Environnement*.
- Balesdent, J., Arrouays, D., 1999 - Usage des terres et stockage du carbone dans les sols du territoire français (1900–1999) - *C.R. Acad. Agric. Fr* 1985 (6): 265–277.
- Baranger C., Pradeleix L., 2002 - Compatibilité de l'élevage laitier et des systèmes de culture à base de couverture végétale - Paraná, Brésil, Mémoire Ing. CNEARC / CIRAD-IAPAR 104 p.
- Barbier R., 1996 - La recherche-action - Paris, Anthropos, coll. ethno-sociologie, 112 p.
- Barbier M., Lemery B., 2000 - "Learning" through Processes of Change in Agriculture: a methodological Framework - p. 381-393. *In: M. Cerf, et al. (eds.), Cow Up a Tree, Knowing and Learning for Change in Agriculture and Rural Development. Case Studies from Industrialised Countries*. INRA Ed. Coll. Science Update, 492 p.
- Barbier M.-F., Andrieux P., 1985a. - Contribution à l'étude de la gestion des pâturages guyanais au niveau parcellaire – Rap., Kourou, INRA, 22 p.
- Barbier M.-F., Andrieux P., 1985b. - Gestion d'un pâturage dégradé : comportement d'un troupeau zébus et essai d'amélioration - p. 85-113, *in* : actes du colloque "Système d'élevage herbager en milieu équatorial", Cayenne, 9-10 déc. 1985, 455 p.
- Barjou M.L., Guérin G., 1993. "Cahier des charges sur l'utilisation et le renouvellement de landes à genêt purgatif en Lozère" - *Fourrages* (1993). 321 - 325 p.
- Bastos Da Veiga J.B., 1993 - "Reabilitação de áreas degradadas", dans Simposio sobre manejo de florestas nativas, vegetação secundária, e áreas degradadas da Amazônia - Belem, EMBRAPA-CPATU, 26 p.
- Bastos Da Veiga J.B., Falesi I.C., 1985 – Recomendação e prática de adubação de pastagens cultivadas na Amazonia Brasileira – *In* : Simposio sobre calagem e adubação de pastagens, 1, Nova Odessa, SP, pp. 256-282.
- Bastrenta B., 1991 - Effect of sheep grazing on the demography of *Anthyllis vulneraria* in southern France - *Journal of Ecology*, 79, 275–284.
- Baudry J., 1991 - Ecological consequences of grazing extensification and land abandonment: Role of interactions between environment, society and techniques - *Options Méditerranéennes* - Série Séminaires - n° 15 - 1991: 13-19.
- Baudry J., 1997 - Quelle place pour les activités humaines dans la recherche en écologie du paysage ? - *Oecologia Med.* 23(1-2): 69-70.
- Baudry J., Papy F., 2001 - The role of landscape heterogeneity in the sustainability of cropping systems - J. Nösberger, H.H. Geiger, P.C. Struik Eds. *Crop Science, Progress and Prospect*, Oxon, Cabi Publishnig, 243-259.
- Baumann P.S., 1999 - Suggestions for weed control in pastures and forages - Texas Agricultural Extension Service, Texas A. & M. University System; 16 p.
- Baumont, R., Dumont, B., Carrère, P., Pérochon, L., Mazel, C., 2002 - Design of a multi-agent model of a herd of ruminants grazing perennial grassland: the animal sub-model - *Grassland Science in Europe*, 7, 236-237.
- Beard J.S., 1955 – The classification of tropical American vegetation types – *Ecology*, 36, p. 89-100.
- Beaud M., Gravier M., de Toledo A., 2006 - L'art de la thèse : Comment préparer et rédiger un mémoire de master, une thèse de doctorat ou tout autre travail universitaire à l'ère du Net (Broché) - Editeur : Editions La Découverte; Édition : édition revue et corrigée (26 janvier 2006), Collection : Guides repères, 202 p.
- Bebawi F.F., Campbell S.D., 2002 - Impact of fire on bellyache bush (*Jatropha gossypifolia*) plant mortality and seedling recruitment - *Tropical Grasslands* 36: 129-137
- Beck K.G., 2006 - Range and Pasture Weed Management - Colorado State University, n°: 3.105.
- Bédécarrats A., 2005 - Pertinence de l'utilisation des approches de modèles individu-centrés spatialisés pour analyser et prédire la dynamique et la structure d'une végétation herbacée en réponse à la disponibilité des ressources dans l'habitat – Communication aux Journées de la modélisation au Cemagref, 3 et 4 Octobre 2005.
- Beetz A., Rinehart L., 2006 – Pastures : Sustainable management – *NCAT Agriculture Specialists ATTRA Publication IP284/514*, NCAT Agriculture, 20 p.
- Bellon S., 1992 – Du diagnostic au pilotage des couverts et systèmes fourragers extensifs – *Fourrages hors série : L'extensification en production fourragère*, 131-142.
- Bellon S., Deverre Ch., Lécivain E., Meuret M., 1996 - Conduite d'élevage et maîtrise des couverts végétaux en région méditerranéenne – *Courrier de l'environnement*, Inra, D11, 23-28.
- Bellon S., Girard, N., Guérin, G., 1999 – Les « saisons - pratiques », pour comprendre l'organisation d'une campagne de pâturage – *Fourrages* n°158, pp. 115-132.
- Bellon S., Guérin, G., 1992 – Modes d'exploitation intégrant du pâturage - *Fourrages hors série* (1992): L'extensification en production fourragère, 116-117.
- Bellon S., Guérin G., Léger F., 2004 - Anticiper les aléas climatiques en programmant des sécurités – *In* : Actes, Dubeuf J.-P. (ed.). *L'évolution des systèmes de production ovine et caprine : avenir des systèmes extensifs face aux changements de la société*; Sém. FAO-CIHEAM, R/D Ovins et Caprins, 2002/04/04-06, Alghero (Italy); *Options Méd.*Série A, n°61 ; CIHEAM-IAMZ, 137-140.

- Benoît M., 1985 - La gestion territoriale des activités agricoles. L'exploitation et le village : deux échelles d'analyse en zone d'élevage. Cas de la Lorraine, région de Neufchâteau. Th. Doct. Ing. INA P.-G. Versailles, INRA-SAD, 186 pp.
- Béranger C., 1981 - Utilisation de l'herbe par les bovins au pâturage : Importance du chargement et du mode d'exploitation - *Fourrages* n° 85 : 73-93.
- Béranger C., 1987 - La simplification du pâturage ? Introduction générale - *Revue Fourrages* n° 111 : 231-238.
- Béranger C., 1992 - Systèmes extensifs et extensification : problèmes généraux - *Fourrages*, hors série (1992) : *L'extensification en production fourragère*, 9-14.
- Béranger C., Leannin B., Muller A., 1974 - Amélioration de l'exploitation des prairies permanentes - *Fourrages* n° 58 : 63-81.
- Béreau M., 1986 - Comportement de quelques légumineuses en Guyane française - *Pastoras tropicales*, bulletin vol. 8 n° 2 : 19-21.
- Béreau M., 1995 - L'herbe en Guyane - In : "L'élevage en Guyane", 163-176, Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, Inra, Coll. Repères.
- Béreau M., De Baynast L., 1995 - Associations graminées et légumineuses - p. 203-216 in : "L'élevage bovin en Guyane" - Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.
- Béreau M., Ingrand S., Martin P., Lemaire G., 1992 - Caractérisation des principales variables d'état de couverts de *Digitaria swazilandensis* Stent et *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt pâturé en continu par des zébus en Guyane française - *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 192, 45 (3-4) : 357-366.
- Béreau M., Planquette P., 1991 - Adventices de la prairie guyanaise - Cayenne, INRA, Chambre d'Agriculture de Guyane, ANDA, 30 p.
- Béreau M., Sarrailh J.-M., 1985 - Un aspect de la pérennité de *Digitaria swazilandensis* pâturé : évolution du rendement en milieu déforesté - p. 63-84 in : actes du colloque "Système d'élevage herbager en milieu équatorial - Cayenne, 9-10 décembre 1985, 455 p.
- Béreau M., Vivier M., 1985a - Evolution de la gamme fourragère guyanaise : méthodologie, résultats et nouvelles orientations - p. 368-389, in : actes du colloque "Système d'élevage herbager en milieu équatorial" Cayenne, 9-10 déc. 1985, 455 p.
- Béreau M., Vivier M., 1985b - Le problème des légumineuses dans le système fourrager guyanais: premières observations et nouvelles orientations." p. 391-402, in : actes du colloque "Système d'élevage herbager en milieu équatorial -Cayenne, 9-10 déc. 1985, 455 p.
- Béreau M., Vivier M., 1988 - Principales graminées fourragères en Guyane - Cayenne, INRA, Chambre Agriculture de Guyane, ANDA, 15 p.
- Bergère H., 1993 - Quelques impressions d'un éleveur guyanais sur la réhabilitation des pâturages dégradés au Brésil - in : rapport Toutain B., et Lhoste P. "Etude de la reproductibilité des systèmes de production à forte composante élevage en milieu amazonien." Cirad-Emvt, 20 p.
- Bertalanffy L.V., 1973 - General System Theory: Foundations, Development, Applications - Ed. Penguin, 336 p.
- Bertin J., 1977 - La graphique et le traitement graphique de l'information - Paris, Flammarion, 273 p.
- Bertomé J., Mercoiret J., 1992 - Planification et développement local : guide méthodologique suivi de trois études de cas en Afrique de l'Ouest. Méthodologie, n° 30. Paris : Ministère de la Coopération et du Développement, 344 p.
- Bertrand R., 1975 - Compte rendu d'une mission agro-pédologique en Guyane - IRAT, 46 p.
- Bille J.C., 1965 - Evolution of permanent pasture of the high plateaus of the Republic of Central Africa under traditional Bororo utilization - In: International Grassland Congress. 9. - Bouar : IEMVT.
- Bille J.-C., 1964 - Pâturage du secteur occidental d'élevage de la RCA - Maisons-Alfort, IEMVT, 286 p.
- Bille J.C., Boudet G., (dir.), Finelle P. (dir.), Pagot J. (dir.), 1967 - Expérimentation agrostologique en République Centrafricaine - Maisons-Alfort (FR) ; Bouar : IEMVT ; CRTA, 1967, 246 p. multigr. (Etude Agrostologique ; 21).
- Bille J.C., Boudet G., Lebrun J.P., Rivière, R., 1970 - Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères - Paris : Ministère de la coopération, IEMVT Maisons-Alfort, France, 258 p.
- Bille J-C, 1995 - La production des parcours - In : Daget, Ph., Godron, (coord.), Pastoralisme, Ed. Hatier, 219-240.
- Bisteau E., Mahy G., 2005 - A landscape approach for the study of calcareous grassland plant communities - *Biotechnol. agron. soc. environ.* 2005, vol. 9, n°2, pp. 93-99.
- Blanc L. 2000 - *Données spatio-temporelles en écologie et analyses multitableaux : examen d'une relation* - Thèse de doctorat - Université Claude-Bernard Lyon I, 266p.
- Blancaneaux P., 1981 - Essai sur le milieu naturel de la Guyane française Paris, ORSTOM, 126 p.
- Blanc-Pamard C., 1993 - Politique agricole et initiative locale, adversaires ou partenaires - Dynamique des systèmes agraires - Ed. Orstom, Coll. Colloque et séminaires, 313 p.
- Blanc-Pamard C., Boutrais J., (Coord.) 1994 - À la croisée des parcours : Pasteurs, éleveurs, cultivateurs - Dynamique des systèmes agraires - Ed. Orstom, Coll. Colloque et séminaires, 336 p.
- Blanc-Pamard C., Lericollais A., (Ed. sc.), 1986 - Dynamique des systèmes agraires : l'exercice du développement - Éd. Orstom, Collection : "Colloques et séminaires", 336 p.
- Blanc-Pamard Ch., et Lericollais A., (eds.), 1985 (réédité 1991) - À travers champs - agronomes et géographes- Dynamique des systèmes agraires - Paris, Éd. Orstom, Collection "Colloques et Séminaires", 297 p.
- Blandin P., 1986 - Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques - *Bulletin d'Ecologie*, 17, 4 : 215-307.
- Blandin P., 1992 - De l'écosystème à l'écosystème - In : Sciences de la Nature, Sciences de la Société / Les passeurs de frontières, M. Jollivet Ed., CNRS : 267 - 279.
- Blandin P., Lamotte M., 1985 - Ecologie des systèmes et aménagement : fondements théoriques et principes méthodologiques - In : Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire, Lamotte M., Ed., Masson, Paris : 139 - 162.

- Blandin P., Lamotte M., 1988 – Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d' écosystème – *Bull. Ecol.*, 19 (4) : 547 – 555.
- Blanfort V., 1996 - Agro-écologie des pâturages d'Altitude à l'Ile de la Réunion – Pratiques d'éleveurs et durabilité des ressources herbagères dans un milieu à fortes contraintes - Paris, Thèse, Université Paris IX Orsay, 288 p.
- Blanfort V., Balent G., 2001 – Etude des processus de colonisation des espaces pastoraux de Nouvelle-Calédonie par des espèces végétales envahissantes – pp. 37-43 *In*: Duru Michel (ed.), Lecomte Philippe (ed.), Guérin Hubert (ed.). Dynamiques de végétation et relations herbe/animal. Montpellier : CIRAD-EMVT ; Séminaire INRA-CIRAD sur les Dynamiques de Végétation et Relations Herbe/Animal, 2001-01-31/2001-02-01, Montpellier, France.
- Blanfort V., César C., Godet G., Huguenin J., Ickowicz A., Klein H.-D., Roberge G., Toutain B., 2003 - Transversalité de la recherche sur les écosystèmes pâturés des régions chaudes : GREFO Groupe Ressources Fourragères - CIRAD-EMVT ; Baillarguet 10 p.
- Blanfort V., Guervilly T., Balent G., Grimaud P. 2003 - *In*: Grimaud Patrice (ed.). Les ruminants : élevage et valorisation. Résumés des présentations et posters du symposium régional interdisciplinaire, St-Denis de la Réunion, 10-13 juin 2003. Montpellier : CIRAD, p. 19. Symposium régional interdisciplinaire sur les ruminants, élevage et valorisation, 2003-06-10-13, St-Denis, Réunion.
- Blanfort V., Desmoulins F., Guiglion R., 2008 - Guide des plantes envahissantes des pâturages de Nouvelle-Calédonie - (à paraître 2009). Néo-Calédonien Institut Agronomique, ed., 1 vol., 220 p.
- Blossey B., 1995 - A comparison of various approaches for evaluating potential biological control agents using insects - *Biol. Control*, 5:113-122.
- Blum B.J., 2004 – Perspectives pratiques du contrôle biologique des adventices – *In* : Actes des – 19^{ème} conférence du COLUMA, Journées Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes – AFPP – Dijon - 8,9 & 10 Décembre 2004, CDRom, 8 p.
- Blundell A.G. and Peart D.R., 2001 - Growth strategies of a shade-tolerant tropical tree: the interactive effects of canopy gaps and simulated herbivory - *Journal of Ecology*, 89, 608–615.
- Bobola D., (Ed.), 2003 - Études sur l'environnement / De l'échelle du territoire à celle du continent - *Rapport sur la science et la technologie*, Académie des sciences, n° 15 : Tech & Doc, Lavoisier, Paris, 344 p.
- Boiffin J., Hubert B., Durand N., 2004 – Agriculture et développement durable : Enjeux et questions de recherche – Ed. Inra, 92 p.
- Boissier O., Guessoum Z., 2004 - Systèmes multi-agents : Défis scientifiques et nouveaux usages - Actes JFSMA, Hermes Sc. Pub., 330 p.
- Bonaudo T., 2005 - La gestion environnementale sur un front pionnier amazonien - Paris, Thèse de doctorat de l'Institut National d'Agronomie de Paris-Grignon et Centre de développement durable de l'Université de Brasília, 370 p.
- Bonaudo T., Piketty M.G., Tourrand J.F., Sayago D., 2005 - Indicateurs de pression environnementale selon un degré d'anthropisation croissante – Rapport d'étude du Cirad et de l'Embrapa, 102 p.
- Bonin M., Patrick Caron P., Cheylan J.P., CLOUET Y., Thion P., 2001 - Territoire, zonage et modélisation graphique : recherche action et apprentissage - GEOCARREFOUR, vol 73, 3 (« Les territoires de la participation »), pp 241-252.
- Bonnemaire J., 1987- *Notes de lecture d'un zootechnicien à propos de la démarche agronomique* - Doc. Multigr., Dijon, ENSSAA, 77 p.
- Bonnemaire J., 1993 - Farming Systems Research-Extension Approach and the European Context: INRA Experience in Creating a Research Structure for Agrarian Systems and Development in France – *In*: J.B. Dent, M.J. Mc Gregor, 1994: *Rural and Farming Systems Analysis: European Perspectives*. Luxembourg, CAB International Publ., 19-45.
- Bonnemaire J., Deffontaines J.-P., Osty P., 1980 - Observations sur l'agriculture en zones défavorisées à partir de recherches sur le fonctionnement des exploitations agricoles - D. CR. Acad. Agric. Fra., 66 (4): 361-375.
- Bonnemaire J., Raichon C., 1989 - Feed resources utilization: historical background and state of some livestock production areas - *Etud. Rech. Syst. Agraires Dév.*, 16, 31-45.
- Bonnet C., Ghiglione R., Richard J.F., 2003 - Traité de psychologie cognitive, tome 1 : Perception, action, langage – Ed. Dunod, Coll. Sc. Humaines, 208 p.
- Bonniel J., 1986 - La sapience et la sagacité - *Terrain*, n° 6, pp. 25-35.
- Borget M., 1965 - Rendements et caractéristiques de cinq graminées fourragères sur sables cotiers à Cayenne (Guyane Française) - *Agronomie Tropicale*, vol.21:n°2 p.250-259.
- Borget M., 1969 – Resultados y tendencias actuales de las investigaciones forrajeras del IRAT - *In* : *Agronomie Tropicale. Série 2 : Agronomie Générale, Etudes Techniques*, vol.24, n° 2 :139-155.
- Bornard A., Bernard-Brunet Cl., Labonne S., Cozic Ph., 2004 - Fiches techniques des types agro-écologiques de végétation des alpages du massif de la Vanoise - Convention Ministère de l'Écologie et du Développement Durable / Cemagref Opération 1 : Éléments pour la gestion des écosystèmes pâturés du massif de la Vanoise dans le cadre de la biodiversité et du développement durable ; Direction de la nature et des paysages, 122 p.
- Bossuet L., Duru M., 1992 – Estimation de la masse d'herbe par le sward-stick – In compte rendu des journées 1992 de l'AFPP : Extensification en production fourragère – Paris, pp. 172-173.
- Botoni H.E., 2003 - Interactions Elevage-Environnement. Dynamique des paysages et évolution des pratiques pastorales dans les fronts pionniers du Sud-Ouest du Burkina Faso - Thèse UM3, Montpellier, Cirad / Cnrs, 296 p. + annexes.
- Botkin D.B., Keller E.A., 2004 - Environmental Science – Ed. Wiley (3Rev), 1128 p.
- Boudet G., 1974 - Ecosystème pâturés des régions tropicales – Etat des connaissances pour l'Afrique francophone - Maisons-Alfort, IEMVT – UNESCO, Ministère de la Coopération, 67 p.

- Boudet G., 1975 - Problèmes posés par l'estimation de la capacité de charge d'un "pâturage naturel" tropical - Actes colloques CIPEA sur "Inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains" Bamako 3-8 mars 1975, 265-267.
- Boudet G., 1984 - Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères - 4^{ème} éd. Paris, Ministère de la Coopération, IEMVT, 266 p.
- Boulanger P.M., 2004 - Les indicateurs de développement durable : un défi scientifique, un enjeu démocratique - Les séminaires l'Idri, n°12, 24 p.
- Boulanger V., 2000 - À manger pour tous ? *Science actualités, Kiosque à la Une* 01 10 2000 n° 83.
- Boulet R., 1977 - Aperçu sur le milieu pédologique guyanais – Caractères originaux et conséquences sur la mise en valeur - Orstom, 36 p.
- Boulet R., 1980 - Etat des recherches sur les sols guyanais – Apport de la pédologie au développement - Cayenne, Orstom, 9 p.
- Boulet R., Humbel F.X., Hervieu J., 1980 - Données nouvelles sur les sols guyanais – Application à la mise en Valeur - Orstom, 30 p.
- Boulet R., Lucas Y., Bunet D., 1984 - Importance de la différenciation pédologique latérale dans l'expérimentation agronomique en Guyane française - in : "Prairies guyanaises et élevage bovin." (Coord. B.Vissac et J.-C.Lefeuvre). Colloques de l'INRA, n° : 24, p. 103-126.
- Bourbouze A., 1986 - Définition d'une méthode d'analyse de l'occupation d'un espace pastoral; exemple du Haut-Atlas - *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 9-10 (janvier-avril 1986) : 51-59.
- Bourdieu P., 1997 - Les usages sociaux de la science : Pour une sociologie clinique du champ scientifique – Inra, Coll. Sc. en questions, 77 p.
- Bourgeois A., Krychowski T., 1981 - L'adaptabilité des exploitations laitières : essai d'appréciation de certaines de ses composantes, à partir de douze cas du Maine-et-Loire - *Fourrages* n° 88, 3-38.
- Bowes B.G., 1996 - Structure des plantes, Atlas en couleur – Ed. INRA, 192 p.
- Boyter H., 2003 - A conceptual management plan for J. W. Corbett wildlife management area a 2003–2013 - Florida Fish and Wildlife Conservation Commission; Department of environmental protection, 248 p.
- Braga G.J., Pedreira C.G.S., Herling V.R., Luz P.H.C., de Lima C.G., 2006 - Sward structure and herbage yield of rotationally stocked pastures of 'Marandu' palisadegrass [*Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf] as affected by herbage allowance - *Sci. agric.*, vol.63 no.2, Piracicaba Br., Mar./Apr.
- Bransby D.I., Matches A.G., Krause G.F., 1977 - Disk meter for rapid estimation of herbage yield in grazing trials - *Agronomy Journal*. 69:393-396.
- Brassac C., Haute couverture J.C., Grégori N., 2005 - Dialectique conception : usage dans l'élaboration de dispositifs pédagogiques numérisés - *Séminaire « TIC, nouveaux métiers, nouveaux dispositifs d'apprentissage »* de l'ERTé ePraxis, Lyon, 15 mai 2005.
- Breman H., Kessler J. J., 1995 - Le rôle des ligneux dans les agro-écosystèmes des régions semi-arides - CABO, Wageningen, 288 p.
- Bretagnole V., 2004 - Prairies et cultures fourragères : Quels enjeux pour les oiseaux dans les milieux céréaliers intensifs ? *Fourrages* n°178, 171-178.
- Briese D.T., 1993 - The contribution of plant biology and ecology to the biological control of weeds - Proceedings of the 10th Australian Weeds Conference and 14th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Brisbane, Australia. Brisbane, Australia: Weed Society of Queensland, pp. 10–18.
- Briske D.D., Richards J.H., 1995 - Plant Responses to Defoliation: a Physiological, Morphological and Demographic Evaluation – In: D.J. Bedunah et R.E. Sosebee (éd.), *Wildland Plants: Physiological Ecology and Developmental Morphology*. Soc. For Range Management., Denver, Co., p. 635-710.
- Brossard M., Barcellos A., 2005 - Conversion du cerrado en pâturages cultivés et fonctionnement des Ferralsols - *Cah. agri*, V.14, N°1, 64-69.
- Brossier J., 1987 - Système et système de production ; Note sur ces concepts - *Cah. Sci. Hum.* 23 (3-4) 1987 : 377-390.
- Brossier J., Chia E., Marshall E., Petit M., 1990 - Recherches en gestion : vers une théorie de la gestion de l'exploitation agricole – in : "Modélisation systémique et système agraire – Décision et organisation." (éd. Sc. J.Brossier, B.Vissac, J.-L. Le Moigne). INRA, p. 65-92.
- Brossier J., Dent B. (eds), 1998 - Gestion des exploitations et des ressources rurales. Entreprendre, négocier, évaluer. Farm and Rural Management. New context, new constraints, new opportunities – INRA, Etud. Rech. Syst. Agraires Dév., n°31, 437 p.
- Brossier J., Hubert B., 2001 - Intégrer les sciences biotechniques, économiques et sociales – *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agriculture*, n° 10, V 1, 25-39, Janvier-Février 2001.
- Brossier J., Vissac B., Le Moigne J.L., (édit.), 1990 - Modélisation systématique et système agraire – Décision et organisation - Ed. INRA, 365 p.
- Brown B.-J., Allen T.-F.-H., 1989 - The importance of scale in evaluating herbivory impact – *Oikos* 54, 189-194.
- Brown J.R., Archer S., 1999 - Shrub Invasion of Grassland: Recruitment Is Continuous and Not Regulated by Herbaceous Biomass or Density - *Ecology*, Vol. 80, No. 7, pp. 2385-2396.
- Brown J.R., Herrick J., Price D., 1999 - Managing low-output agroecosystems sustainably: the importance of ecological thresholds - Canadian journal of forest research, v. 29, no7, 1112-1119.
- Brown J.R., Scanlan J.C., Melvor J.G., 1998 - Competition by herbs as a limiting factor in shrub invasion in grassland: a test with different growth forms – *Journal of Vegetation Science* 9: 829-836.
- Brum M. da S., Quadros F.L.F. de, Martin JD, Bandinelli D. G., Rossi G.E., Daniel E., Maixner A.R., Silva A.C.F. da, Trevisan N, de B., Aurélio N. D., 2007 - Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a diferentes sistemas de manejo - *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.3, p.855-861.
- Bruzon V., 1990 - Les savanes du nord de la Côte d'Ivoire. Mésologie et dynamique: l'herbe, le feu et le pâturage - Thèse de doctorat de troisième cycle, Université de Paris VII, 301 p.

- Bruzon V., 1994 - Les pratiques du feu en Afrique subhumide : exemples des milieux savanicoles de la Centrafrique et de la Côte d'Ivoire - In : A la croisée des parcours : pasteurs, éleveurs, cultivateurs - Paris : ORSTOM, pp. 147-162.
- Bryan W.B., Thayne W.V., Prigge E.C., 2008 - Sward Height and a Capacitance Probe for Estimating Herbage Mass - Journal of Agronomy and Crop Science, V.164 I.3, 208 - 212.
- Buckley Y.M., Briesse D.T., Rees M., 2003 - Demography and Management of the Invasive Plant Species *Hypericum perforatum*. I. Using Multi-Level Mixed-Effects Models for Characterizing Growth, Survival and Fecundity in a Long-Term Data Set - *The Journal of Applied Ecology*, Vol. 40, No. 3, pp. 481-493.
- Buckley Y.M., Rees M., Paynter Q., Lonsdale M., 2004 - Modelling integrated weed management of an invasive shrub in tropical Australia - *Journal of Applied Ecology* Vol. 41 Issue 3 Page 547 June 2004.
- Burel F., Baudry J., 1999 - *Ecologie du paysage : concepts, méthodes et applications*. Paris, Tec & Doc, 362 p.
- Buschbacher R., Uhl C., Serrao S., 1988 - Abandoned pastures in Eastern Amazonia. II. Nutrient stocks in the soil and vegetation - *Journal of Ecology* n°76, 682-699.
- C. N. C. E. I., 2007 - Coordination Nationale Contre les Elevages Industriels - <http://perso.orange.fr/coordination.nationale/indexfr.htm>
- Cabidoche Y.-M., 1984 - Une approche cartographique du fonctionnement des sols de Guyane comme support des productions fourragères - p. 127-163, in : "Prairie guyanaise et élevage bovin". Actes de la réunion interinstituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne -Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA 350 p. (les colloques de l'INRA n°24).
- Cabidoche Y.-M., Andrieux P., 1984 - Une approche de la fertilisation des sols de Guyane - n° 6 - Eléments sur le comportement des sols de Guyane intéressant la production fourragère - Cayenne, INRA, 61 p.
- Callon M., 2003 - The increasing involvement of concerned groups in R&D policies: what lessons for public powers? - In Geuna A., Salter A.J., Steinmüller W.E., (ed.), *Science and Innovation. Rethinking the Rationales for Funding and Governance*, Cheltenham / Northampton, Edward Elgar, p. 30-68.
- Camarao A.P., da Silva A.P., Filho S., 1999 - Pastagens natives da Amazonia - Belem, Brésil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, CEPATU, Ed. Embrapa, 150 p.
- Campbell D.G., 1994 - Scale and patterns of community structure in Amazonian forest. In: Large-scale ecology and conservation biology. Edwards, P. T., May, R., M., & Webb, N., R., (Eds) *Blackwell Science*, Cambridge, 1-17.
- Campbell G.S., Norman J.M., 1989 - The description and measurement of plant canopy structure - In: Russel G., Mashall B., Jarvis P.G., (eds) *Plant Canopies: Their Growth, form and function*. Society of experimental Biology, Cambridge, UK., 1-19.
- Campbell N.A., 1995 - L'écologie : Distribution et adaptation des organismes - Chapitre 46 In : "Biologie", Éditions du Renouveau pédagogique Inc. Québec. Canada, 1190 p.
- Carillon. R., 1979 - L'agriculture avant toute chose ! Pour cela l'intensification - Etude CNEEMA, n°448, 60 p.
- Caron P., 1998 - Espace, élevage et dynamique du changement : Analyse, niveaux d'organisation et action ; Le cas du Nordeste semi-aride du Brésil - Thèse de géographie, Université de Paris X - Nanterre, 396 p.
- Caron P., Hubert B., 2000 - De l'analyse des pratiques à la construction d'un modèle d'évolution des systèmes d'élevage : application à la région Nordeste du Brésil - *Revue Élev. Méd. vét. Pays Trop.*, 2000, 53 (1) : 37-53.
- Carrere P., 2003 - Fonctionnement de l'écosystème prairial pâturé - Actes de la 3^{ème} journée technique du pôle scientifique AB du Massif-Central, Tulle-Naves, le 6 novembre 2003, pp. 20-31.
- Carrère P., Louault F., Carvalho P.C.de F., Lafarge M and Soussana J.F., 2001 - How does the vertical and horizontal structure of a grass and Clover sward influence grazing? - *Grass and Forage Science*, 56: 118-130.
- Carrere P., Louault F., Loiseau P., Lafarge M., Picon-Cochard C., Soussana J.F., 2003 - Fonctionnement de l'écosystème pâturé - pp. 20-23 In: Actes de la 3^{ème} journée technique du Pôle Scientifique AB du Massif Central, Tulle-Naves, 6 novembre 2003.
- Carrière M., Toutain B., 1995 - Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement : Outils d'évaluation et indicateurs - FAO, LEAD, Cirad, 98 p.
- Carrol C. R., Vandermeer J.H., Rosset P.M., 1990 - Agroecology - McGraw Hill Publishing Company, New York, 641 p.
- Carvalho P.C.F., 2006 - Brazil Country Pasture/Forage Resource Profiles - In: Country Pasture Profiles. Detailed description of pasture and forage resources by country, Ed. FAO. URL (Déc.2008) : <http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/Counprof/Brazil/Brazil.htm>
- Caseau P. Bobola ., (Ed.), 2003 - Études sur l'environnement / De l'échelle du territoire à celle du continent - *Rapport sur la science et la technologie*, Académie des sciences, n° 15 : Tech & Doc, Lavoisier, Paris, 344 p.
- Castellanet Ch., Aves J., David B., Filho P-C., Salgado L., Simões A., 1997 - Une nouvelle gestion des ressources naturelles, Le programme Agro-écologie de la transamazonienne (PAEF) - In : Théry, H. (Ed.), *Environnement et développement en Amazonie brésilienne*, 124-137.
- Castillon P., Fardeau J.-C., Villemin P., 1993 - Tous les phosphates n'ont pas la même efficacité - *Perspectives Agricoles*, n° 181, 37-38.
- Cazenave O., Caudron L., Griffon M., 1996 - Vers une révolution doublement verte - Séminaire Futuroscope - Poitiers, 8 & 9 novembre 1995, *Fondation Prospective & Innovation*, Ed. Cirad, 206.
- CEB (Commission des Essais Biologiques), 2004 - Répertoire terminologique en protection des plantes - AFPP (Association Française de Protection des Plantes), 92 p.

- Cerri C-C., Moraes J-F-L., Volkoff B., 1992 – Dinamica do carbono organico em solos vinculados a pastagens da Amazonia brasileira – *Rev. INIA, Inv. Agr n°a, t.1*, 95-102.
- César J., 1971 – Etude quantitative de la strate herbacée de la savane de Lamto (moyenne Côte-d'Ivoire) – Fac de Sc. Paris, Thèse., 95 p.
- César J., 1976 - Problèmes concernant l'amélioration des pâturages naturels de la région nord Côte d'Ivoire – Communication, Journée de la Recherche Scientifique en Région de Savane, Elevage Pâturage, 12-15 avr. 1976, CRZ, Bouaké-Minankr.
- César J., 1992 - La production biologique des savanes de Côte-d'Ivoire et son utilisation par l'homme - Biomasse, valeur pastorale et production fourragère - Maisons-Alfort, IEMVT-Cirad, 671 p.
- César J., 2005 - L'évaluation des ressources fourragères naturelles – Fiche synthétique n° 17, CIRDES, CIRAD, 12 p.
- César J., Menaut J-C., 1974 – Analyse d'un écosystème tropical humide : la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). V. Le peuplement végétal des savanes de Lamto – Programme Biologie International ; Station d'écologie tropicale de Lamto – N'Douci, Côte d'Ivoire ; Département d'Ecologie de l'Ecole normale supérieure, Paris, *Bul. Liaison des chercheurs de lamto, n° sp 19 fascicule II*, 159 p.
- César J., Zoumana, C., Dulieu D., 1999 - L'association fourragère à *Panicum maximum* et *Stylosanthes hamata* en Côte d'Ivoire - *Fourrage* n°157, 5-20.
- Chabal M., 2004 - Stéphane Lupasco ou la puissance de la pensée - Actes du Colloque qui s'est tenu à Dijon du 27 au 29 oct. 2004 - *Francophonie roumaine et intégration européenne*, sous la direction de Ramona Bordei-Boca, Université de Bourgogne, Centre de Recherches Interactions Culturelles Européennes, Centre Gaston Bachelard de recherches sur l'Imaginaire et la Rationalité, 14 p.
- Chabosseau J-M., Dedieu B., 1995 – Extensive livestock farming in Central France: Different managements of various projets and situations - *Proc. Vth. Rangeland, Cong., USA - Salt Lake City*, 85-86.
- Chalmers A., 1987 - Qu'est-ce que la science ? : Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend – Paris, Ed. Livre de Poche, coll. Biblio essais, 286 p.
- Chalmers A., 1991 - La Fabrication de la science – Ed. La Découverte, coll. « Sciences et société », Paris, 166 p.
- Curran W. S., Lingenfelter D.D., 2001 - Weed Management in Pasture Systems - *Agronomy Facts 62*. The Pennsylvania State Univ., 15 p.
- Champahnet F., 1987 - Engraissement de taurillons alimentés exclusivement à l'herbe sur pâturage de graminées tropicales – *in* : actes du 1er Symposium sur "L'alimentation des ruminants en milieu tropical". Pointe-à-Pitre, INRA, p. 222-231.
- Charlemagne H., (Coordinateur du comité de pilotage), 1994 - Bassin allaitant, nouvel enjeu, nouveaux défis - Chateauroux, journée technique, 22 mars 1994, SUACI, ITCF, IE, APCA, INRA, Conseil Régional Centre, 304 p.
- Charles L., Mohler C. P., Staver M. L., 2001 - Ecological Management of Agricultural Weeds – Ed. Cambridge University Press, 544 p.
- Chartier C., 1999 - Facteurs de variation des valeurs nutritives des principales graminées implantée dans les prairies guyanaises - Mémoire du DESS "Gestion des systèmes agro-pastoraux en zones tropicales" Université Paris XII Val de Marne Faculté des Sciences et Techniques ; Encadrants : Huguenin J. et Gaston A., CIRAD-EMVT / Kourou - Guyane, 85 p.
- Chaubet B., 1992 - diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation des ennemis naturels des ravageurs : cas des aphidiphages - *Cour. Envi. Inra* n°18, 45-63.
- Chauveau J.P., 1997 – Des "stratégies des agriculteurs africains" au "raisonnement stratégique" ; Histoire, usages et remise en question d'un concept pluri-disciplinaire - *In* : Blanc-Pamard et Boutrais (Coord.) "Thèmes et variations, nouvelles recherches rurales au sud" Paris, Ed. Orstom, p. 179-218.
- Chauveau J.P., Cormier Salem M.Ch., Mollard E., (ed.), 1993 - L'innovation en milieu rural - synthèse des groupes de travail de la Table-Ronde du LEA et textes des contributions au séminaire du LEA, session 1991-1992. Montpellier : ORSTOM, 1993, 221 p.
- Chauvel, A., Barosa, E-M., Blanchard, E., Grimaldi, M., Feraz, J., Da Silva Martin, P., Topall, O., Barros, E., Desjardins, Th., Filho, N-L., Da Andrade Mirande, I-P., Sarrasin, M., Mitja, D., 1997 – Mise en valeur de la forêt et modifications écologiques - 42-75 *In* : Théry, H. (Ed.), Environnement et développement en Amazonie brésilienne, 207 p.
- Chazal P., 1957 - Guide pratique de la nécessaire révolution fourragère – Ed. Le journal de la France Agricole, 95 p.
- Chazal, P., Dumont, R., 1995 - La nécessaire révolution fourragère et l'expérience lyonnaise. Paris, Ed. *Le journal de la Fr. agricole*, 170p.
- Cherrière K., Drugmant F., Mesléard F., 1998 - Gestion éco-pastorale : adapter une méthode de suivi de la végétation – *Les Cahiers du Pique Bœuf*, N° : 2, 15 p.
- Chessel D., Mercier, P., 1993 - Couplage de triplets statistiques et liaisons espèces – environnement - *In*: Lebreton, J.D., Asselain, B., "Biométrie et Environnement", Paris, Ed. Masson, pp. 15-44.
- Chessel D., Hanafi M, 1996 – Analyses de la Co-Inertie de K nuages de points – *Rev. Statistique appliquée*, 1996, XLIV (2), 35-60.
- Chevallier D., 1991 - Savoir-Faire - *Terrain* n°16, pp. 5-11.
- Child R. D., Heady H.F., 1994 - Range Management, Range Ecology - Publisher: Westview Press, Boulder, 521 p.
- CIMADE, 1993 - Les gens de Guyane - Eléments de compréhension pour une manière d'accueillir l'étranger - *Cimade information* n° sp., 72 p.
- Clancey W. J., 1997 - Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations - Cambridge University Press, 406 p.
- Clark E. Ann, 1995 - Maintaining Forage Quality by Intensive Pasture Management - Crop Science, University of Guelph, Guelph, ON, Canada, N1G 2W1 *In* proceeding to: Western Canadian Dairy seminar; Session I Managing Reproduction -- A Key to Profitable Dairy Farming. *D'après référence : Dajoz, R. 1996. Précis d'écologie. 6e édition. Dunod. Paris.*
- Clements F., 1949 – Dynamics of vegetation, - Ed. H.W. Wilson compagny, N. Y., 296 p.

- CODEM (COopérative Des Eleveurs de Martinique), 1995 - Mémento technique - Elevage bovin viande Martinique - Ed. Conceptuel, Lamentin, CODEM, 45 p.
- Coleman J.R., 2005 - Rocky Mountain Agricultural Landowners Guide - American Farmland Trust, AFT Publication, 28 p.
- Conway, G., 1998 - Uma Agricultura Sustentavel para a segurança alimentar mundial – co-édition : *Embrapa – Cirad*, Brasilia, 68 p.
- Collin D., 2006 – Attila passe, l'herbe pousse - Dossier Résilience de l'*Encyclopédie de l'Agrora*. URL (Déc. 2008) : <http://agora.gc.ca/mot.nsf/Dossiers/Resilience>
- Coléno F., 2002 - Une représentation des systèmes de production agricoles par ateliers - *Cah. Agri.*, V.11, N°3, 221-225.
- Comeau P.G., Braumandl T.F. and Xie C.Y., 1993 - Effects of overtopping vegetation on light availability and growth of Engelmann spruce (*Picea engelmannii*) seedlings - *Canadian Journal of Forestry Research*, 23, 2044–2048.
- Conway G., 1998 - Uma Agricultura Sustentavel para a segurança alimentar mundial – co-édition : *Embrapa – Cirad*, Brasilia, 68 p.
- Cook B., Pengelly B., Brown S., Donnelly J., Eagles D., Franco A., Hanson J., Mullen B., Partridge I., Peters M., Schultze-Kraft R., 2005 - The production of Tropical Forages: An Interactive Selection Tool - Published in June 2005 by CSIRO Sustainable Ecosystems (CSIRO), Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F Queensland), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) and International Livestock Research Institute (ILRI). URL (Déc. 2008) : <http://www.tropicalforages.info/>
- Corazza E.J., Brossard M., Muraoka T., Coelho Filho M.A., 2003 - Spatial variability of soil phosphorus of a low productivity *Brachiaria brizantha* pasture - *Scientia Agricola* 2003; 60: 559 - 64.
- Corbier-Barthaux C., Richard J.F., (dir.), Séguy L., Raunet M., (Coord. sc.), 2006 - Les semis direct sur couverture végétale permanente (SCV) - AFD, 68 p.
- Cosenza G.W., Andrade R.P., de Gomes D.T., Rocha C.M.C., 1989 – Resistencia de gramíneas forrageiras à cigarrinha das pastagens - *Pesq Agropec. Bras*, 24, pp. 961-968.
- Coulman B., Lahaie G., Pyle W., Ehler G., McCartney D., Alb L., Kirychuk B., 2003 - Atelier sur la gestion intégrée des broussailles – Rapport Final de l'Atelier tenu du 18 au 19 février 2003 Saskatchewan – Organisé par le Comité d'experts des plantes fourragères, 28 p.
- Couturier Y., Huot F., 2003 - Discours sur la pratique et rapports au théorique en intervention sociale : explorations conceptuelles et épistémologiques - *Nouvelles Pratiques Sociales*, V. 16, pp. 106-124.
- Crabtree R., Milne, J., 1998 – Application of actions for environmentally sensitive areas: Examples in Scotland – *Ann. Zootech.* 47, 491-496.
- Crawley M.J., 1983 - Herbivory: the dynamics of animal-plant interactions - *Blackwell Scientific Publ. Oxford*, England, 437 p.
- Crawley M.J., 1989 - The success and failures of weed biocontrol using insects. *Biocontrol News Info*, 10:213-223.
- Cremers G., 1990 - Petite flore illustrée: les savanes côtières - Cayenne, ORSTOM, ed. SEPANGUY, *Nature Guyanaise* n° 5-6, 1990, 144 p.
- Crezé F., Lui M., 2006 - Recherche-Action et les transformations sociales - Paris, L'Harmattan, 206 p.
- Cros M.J., Duru M., Peyre D. 2001 - SEPA TOU, un simulateur de conduites du pâturage, à l'épreuve des "menus" bretons - *Fourrages* n°167, 365-383.
- Cros M.J., Duru M., Garcia F., Martin-Clouaire R., 2001b - Simulating rotational grazing management - *Environment International*, V. 27, I., 2-3, Sept. 2001, 139-145.
- Crozier M., Friedberg E., 1992 - L'acteur et le système: Les contraintes de l'action collective - Ed. Seuil, Coll. Points Essais, 500 p.
- Cruz P., 1997 - Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C₄ perennial grass under field conditions - *Plant and soil*, V. 188, N°2: 1227-237.
- Cruz P., 2005 - "Divherbe" Structure, diversité et fonctionnement des clés multi-échelles pour la gestion des prairies permanentes - Projet retenu dans l'appel d'offres 2005 du programme Ecoger, Écologie pour la gestion des écosystèmes et de leurs ressources, INRA, Cemagref, CNRS, INSU, ADEME. URL (Déc. 2008) : <http://www2.toulouse.inra.fr/centre/divherbe/>
- Cruz P., Duru M., Theau J.P., Ansquer P., 2003 – Déterminer la valeur d'usage des prairies permanentes ; Une lecture simplifiée des communautés végétales – *Façade* n° 18, 4p.
- Cruz P., Sinoquet H., 1994 - Competition for light and nitrogen during a regrowth cycle in atropical forage mixture - *Field Crops Res.*, 36, p. 21-30.
- Cruz P., Sinoquet H., Sobesky, 1994 - Effect of a legume (*Arachis pinto*) on the regrowth and mineral nutrition of associated pangola grass (*Digitaria decumbens*) - *Proceeding of the XVII International Grassland Congress*, 1993, p. 117-118.
- CSIRO, 2004 - Pasture Management for Weed Control – Ed. NSW Agriculture, 56 p.
- Cullen J.M., 1992 - Prediction and practices in biological control - *Proceeding of the First International Weed Control Congress*, Monash University, Melbourne, Australia, pp. 137– 140.
- Cullen J.M., Briesse D.T., Kriticos D.J., Lonsdale W.M., Morin L., Scott J.K., 2003 - *Proceedings of the XI International Symposium on Biological Control of Weeds* - Canberra, Australia, 27 April–2 May 2003.
- Cyrulnik B., 2006 - De chair et d'âme – Ed. Odile Jacob, 255 p.
- D'Aquino P., Etienne M., Barreteau O., Le Page C., Bousquet F., 2001 - Jeux de rôle et simulations multi-agents - In: Malézieux E., Trébuil M., Jaeger M., "Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision", Ed. Quae, 448 p.
- DAF-Guyane, 1991 - Cartographie numérique en Guyane – Aménagement de l'espace et de l'agriculture - Cayenne, Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guyane, 20 p.
- DAF-Guyane, 1996 - L'Agriculture en Guyane 1993/1995 - Cayenne, Direction de l'Agriculture et de la Forêt de Guyane, *Agreste*, 20 p.

- Daget P., 1978 - Ecologie générale et prairie permanente : de la réflexion fondamentale à l'application - Thèse Sciences : Montpellier, Université des sciences et techniques du Languedoc, 212 p.
- Daget P., Godron M., 1995 - Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés - HATIER / AUPELF-UREF, 510 p.
- Daget P., Poissonet J., 1969 - Analyse phytologique des prairies, applications agronomiques - Doc. 48, CNRS-CEPE, Montpellier, 67p.
- Daget P., Poissonet J., 1971 - Une méthode d'analyse phytologique des prairies – Critères d'application - *Ann. Agron.*, 1971, 22 (I), p. 5-41.
- Daget P., Poissonet J., 1972 – Salissement et dégradation des prairies artificielles et des prairies temporaires - *Fourrages* n° 50, 97-106.
- Daget P., Poissonet J., 1991 - Prairies permanentes et pâturages : méthodes d'études – Vers. provisoire, Montpellier, CNRS, Cirad, 331 p.
- Daget P., Poissonet J., Brau-Nogué C., 2000 - Quelques méthodes de terrain en pastoralisme et leur interprétation - *In* : Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000. - Morières : Ed. La Cardère, 2000, p. 209-215.
- Dajoz R., 2003 – Précis d'écologie – Ed Dumod 7^e édition, Coll. : *Sciences Sup*, Paris, 615 p.
- Dansereau P., 1951 – Description and recording of vegetation upon a structural basis – *Ecology*, 1951, 32: 172-229.
- Darré J.P., 1991 - Fond commun et variantes dans un système local de connaissance technique, Lauragais, France - *In* : « Savoirs paysans et développement » : pp. 333-346, Dupré G., (dir.), Ed. Kartala, Paris, ORSTOM, 524 p.
- Darré J.-P., (dir.), 1994 – Pairs et experts dans l'agriculture / Dialogues et production de connaissance pour l'action – Paris, Ed. Erès-Technologies/Idéologies/Pratiques, 227 p.
- Darré J.-P., 1996 - L'invention des pratiques dans l'agriculture ; vulgarisation et production locale de connaissance - Ed. Karthala, CNRS, 194 p.
- Darré J.-P., 1997 – Une condition de la recherche-action : la coopération sur la problématique et son évolution – p. 177 – 182, *In* : La recherche – action, Ed. Inra, 211 p.
- Darré J.-P., 2008 - Pratiques, agricultures, territoires ; A propos des travaux inter-disciplinaires – *In* : Inra-Sad, Journées Jean-Pierre Deffontaines, 1 & 2 avril 2008, Centre Inra de Versailles, 4 p.
- Darré J.P., Hubert B., 1993 - Les raisons d'un éleveur sont notre raison de coopérer - *Etudes rurales*, 131-132 : 109-115.
- Darré J.P., Lasseur J., Landais E., Hubert B., 1994 - Des raisons aux pratiques. Dialogue avec un éleveur ovin (dossier pluridisciplinaire) - *Etudes rurales*, 131-132, 107-181.
- Darré J.P., Mathieu A., Lasseur J., 2004 – Le sens des pratiques / Conceptions d'agriculteurs et modèles d'agronomes – Ed. Inra, 320 p.
- Davet P., 1996 - Vie microbienne du sol et production végétale - Paris, INRA, coll. Mieux comprendre, 383 p.
- Davies A., Baker R.D., Grant S.A., Laidlaw A.S., 1993 - Sward Measurement Handbook - 2nd Edited, British Grassland Society, 319 p.
- David E., 2002 – Managing Native Grassland a guide to management for conservation, production and landscape protection – WWF Australia, 24 p.
- de Bonneval L., 1993 - Système agraires – système de production (systèmes de culture, systèmes d'élevage ; fonctionnement des exploitations) - Vocabulaire français – anglais. Paris, INRA, 285 p.
- de Gasparin A., 1844 - Cours d'agriculture - Tome V : Les assolements ; La maison rustique, Paris.
- de Larouzière N., 1987 - Amélioration des prairies dégradées par régénération mécanique ou introduction de cultures annuelles – Partie : Prairies - INRA, Kourou, rapport CORDET, 25 p.
- de Malet C., 2007 - Le parc national de Guyane va enfin voir le jour – *le Figaro.fr*. (15/10/2007).
- de Montard, F.X., Gachon, L., 1978 – Contribution à l'étude de l'écologie et de la productivité des pâturages d'altitude des Monts Dore. Application de l'analyse factorielle des correspondances à l'analyse de la végétation - *Ann. Agron.* 29 (1978) 277-310.
- de Moura Zanine A., Mauro Santos E., de Jesus Ferreira D., 2005 - Possíveis causas da degradação de pastagens – *Revista Electronica de veterinaria, Redvet*, Vol. 6 n° : 11, 23 p.
- de Reynal V., Muchagata M-G., Topall O., Hebette J., 1995 – Agriculturas familiares e desenvolvimento em frente pioneira amazônica – Belem, Brésil, Coédition : Lasat/Cat, Gret et UAG, 69 p.
- de Reynal V., Muchagata M-G., Topall O., Hebette J., 1997 – Des paysans en Amazonie, Agriculture familiale de développement du front pionnier amazonien - *In* : Théry, H. (Ed.), 1997 – *Environnement et développement en Amazonie brésilienne*, 76-123.
- de Rosnay J., 1977 – Le Macroscopie – Ed. Seuil, Coll. Points Essais 346 p.
- de Rosnay J., 1994 - Education, Ecologie et Approche Systémique - Congrès de l'AGIEM « *Approche systémique et écologie pour l'éducation* » La Rochelle, 4 juin 1994, 6 p.
- de Rouville S., Gandon, P., Gilibert J., 1985 - Premières recherches sur la situation et l'amélioration des performances d'engraissement de taurillons zébus au pâturage - p 275-296, *in* : actes du colloque "Système d'élevage herbager en milieu équatorial" ; Cayenne, 9-10 déc 1985, 455 p.
- de Rouville S., Matheron G., 1987 - Premiers résultats des essais d'engraissement de taurillons à l'herbe en Guyane - p. 233-251 *in* : actes du 1^{er} Symposium sur "L'alimentation des ruminants en milieu tropical". Pointe-à-Pitre, 2-6 juin 1987, INRA, 535 p.
- de Saint-Louis R.G. , 2002 - " Les vaches du progrès ". Révolution fourragère et zone-témoin dans la montagne beaujolaise (1950-1970)- *Ruralia*, 2002 10/11, Varia. URL (Déc. 2008) : <http://ruralia.revues.org/document297.html>
- Dedieu B., 1985 - Elevages bovins-viande en Guyane: premiers résultats des suivis techniques et essais de typologie - p. 23-40 *in* : actes du colloque "Système d'élevage herbager en milieu équatorial" Cayenne, 9-10 décembre 1985, 455 p.
- Dedieu B., 1993 - Organisation du travail et fonctionnement d'exploitations d'élevage extensif du Massif central - *Etud. Rech. Syst. Agraires Dév.*, 27, 303-322.

- Dedieu B., Lebouteiller V., Rannou Th., Leroux Ph., 1995 - L'élevage bovin viande « Plan Vert » - p. 185-202, in : Vivier et al, 2005 "L'élevage bovin en Guyane". Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.
- Deffontaines J.P., 1991 - L'agronomie, science du champ. Le champ, Lieu d'interdisciplinarité : de l'écophysiologie des sciences humaines - *Agronomie*, 11 : 581 – 591.
- Deffontaines J.P., 2004 - L'objet dans l'espace agricole. Le regard d'un géoagronome – *Natures Sciences Sociétés*, 12, 299-304.
- Deffontaines J.P., Lardon S., 1994 - Itinéraires cartographiques et développement - Paris, INRA, 136 p.
- Deffontaines J.P., Petit M., 1985 - Comment étudier les exploitations agricoles d'une région ? Présentation d'un ensemble méthodologique - INRA Etudes et Recherches n° 4, 48 p.
- Deffontaines J.P., Thion P., 2001 - Des entités spatiales significatives pour l'activité agricole et pour les enjeux environnementaux et paysagers - *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, 44, 13-28.
- Deffontaines J.P., Hubert B., 2004 - Dossier Interdisciplinarité, Un regard sur l'interdisciplinarité à l'Inra ; Point de vue de deux chercheurs du département Sciences pour l'action et le développement (SAD) - *Natures Sciences Sociétés*, 12, 186-190.
- Defrance P., Delaby L., Seuret J.M., 2004 - Mieux connaître la densité de l'herbe pour calculer la croissance, la biomasse d'une parcelle et le stock d'herbe disponible d'une exploitation - *Renc.Rech. Ruminants*, 291-294.
- Delaby L., Faverdin P., Peyraud J.L., 2001 - Pâtur'IN : le pâturage des vaches laitières assisté par ordinateur - *Fourrages* n°167, 385-398.
- Deléage J.-P., 1991 - Une histoire de l'écologie - Paris, La Découverte, coll. Points Sciences, 330 p.
- Delfosse E.S., 1988 - On Biological Control of Weeds - *Proceedings VI Int. Symp. Inst., Sperimentale per la Patologia Veg.* Rome 701 p.
- Denis Ch., 1999 – Essais d'efficacité d'herbicides sur prairies guyanaises - Mémoire de DUS (3^{ème} cycle) - Encadrants: Huguenin J. Ledoigt G.; Université B. Pascal - Clermont-Ferrand, Kourou, CIRAD-EMVT / Guyane, 35 p.
- Deprez B., Parmentier R., Lambert R., Peeters A, 2005 - Prairies temporaires pour des systèmes agricoles durables adaptés aux fermes de la Moyenne Belgique - Rapport final de la période 1998-2004. Division Générale de l'Agriculture, Louvain-la-Neuve, UCL, Unité d'Ecologie des Prairies, 133 p.
- Descoings B.M., 1973 – Les formations herbeuses africaines et les définitions de Yangambi considérées sous l'angle de la structure de la végétation – *Adansonia*, ser. 2, 13 (4) 391 – 421.
- Descoings B.M., 1974 – Les savanes de la vallée de la Nyanga (Gabon), conditions générales, analyse floristique, analyse structurale, valeur pastorale – Document du CNRS du CEPE, 63 p.
- Descoings B.M., 1974 – Les savanes du moyen Ogooué Région de Booué (Gabon) ; Conditions générales, analyse structurale, valeur pastorale - Document du CNRS du CEPE, 76 p.
- Descoings B.M, 1975 - Classification of grassy formations by the structure of the vegetation – In: Proceedings of the seminar « Evaluation and mapping of tropical African rangelands » 3-8 March 1975, International Livestock Centre for Africa, pp. 353-357.
- Descoings B.M., 1976 – Approche des formations herbeuses tropicales par la structure de la végétation – Thèses sciences naturelles, Université des sciences et techniques du Languedoc, 221 p.
- Desjardins T., 1991 – Variations de la distribution de la matière organique (carbone total et ¹³C) dans les sols ferralitiques du Brésil. Modifications consécutives à la déforestation et à la mise en culture e Amazonie orientale – Thèse Université de Nancy I, 144 p.
- Desjardins T., Andrieu F., Volkoff B., Cerri C.C., 1994 – Organic carbon and ¹³C contents in soils and soil size – fractions and their changes due to deforestation and pasture installation in eastern Amazonia – *Geoderma* n°61, 103-118.
- Desjardins Th., Lavelle P., Barros E., Brossard M., Chapuis-Lardy L., Chauvel A., Grimaldi M., Guimaraes F., Martins P., Mitja D., Müller M., Sarrazin M., Travers Filho J., Topall O., 2000 – Dégradation des pâturages amazoniens : Description d'un syndrome et de ses déterminants – *Etude et Gestion des sols*, 7, 4 – N° spécial, pp. 353 – 378.
- Di Pietro, F., Balent, G., 1997 – Dynamique des pratiques pastorales et des paysages : un approche pluri-échelles appliqués aux Pyrénées ariégeoises (Fr.) – *Agronomie* 17, 139-155.
- Dias-Filho M. B., 2000 - Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade - *Pesq. agropec. bras.* vol. 35 no.12 Brasília, p.2335-2341.
- Dias-Filho M. B., Andrade C.M.S. de, 2005 – Pastagens no ecossistema do tropico umido – In : Simposio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros : alternativas viáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas ; Goiânia, SBZ, p. 95-104.
- Dias-Filho M.B., Andrade C.M.S de., 2006 - Pastagens no Trópico Úmido - Documentos 241 nov. 2006. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Embrapa Amazônia Oriental. Url : http://www.diasfilho.com.br/Pastagens_no_tropico_umido.pdf
- Dias-Filho M. B., Reis de Carvalho C. J., 2000 - Physiological morphological responses of *Brachiaria* spp. To flooding - *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.35, n°10, p.1959-1966.
- Díaz S., Noy-Meir I., Cabido M., 2001 - Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38 (3), 497–508.
- Díaz S., Lavorel S., Bello F. de, Quétier F., Grigulis K., Robson T.M., 2007 - Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments - *PNAS* V.10, n°52, 20684-20689.
- Dimanche M., Bousquel V., 1999 - Méthodologie de suivi de la végétation et des habitats dans le cadre d'une gestion éco-pastorale - Programme LIFE : "Gestion conservatoire de landes et pelouses en région méditerranéenne". Ed. SIME, 90 p.

- DiTomaso J.M., 2000 - Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management - *Weed Science*: Vol. 48, No. 2, pp. 255–265.
- do Nascimento J., 2003 - Estrutura da pastagem e consumo de pasto a interface planta-animal – Mémoire, Universidade Federal de Viçosa Centro de Ciências Agrárias Departamento de Zootecnia, 40 p.
- Dolédéc S. & Chessel D., 1994 - Co-Inertia analysis: an alternative method for studying species-environment relationships - *Freshwater Biology*, 31, 277-294.
- Donnadieu G., Karsky M., 2002 - La systémique: penser et agir dans la complexité - Ed. Liaisons, Coll. Entreprises et Carrières, 272 p.
- Doré T., 2001 – Ecole / Chercheurs : Evaluation et conception de systèmes de culture – 19-23 novembre 2001, st Germain au Mont d'Or (69, Fr.), in CDrom de restitution.
- Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J., 2006 - L'agronomie aujourd'hui - Ed. Quae, 386 p.
- Dortier J.F., 2005 - Les professionnels de l'intelligence : portrait de groupe - *Sciences humaines*, n°157, 28-33.
- Dosso M., Assis de W.S., Conti Medina de C., Curmi P., Grimaldi C., Grimaldi M., Fatime Guimares de M., Jouve Ph., Martins P., Navegantes L., Oliveira M., Ralisch R., Ruellan A., Silva L.M.S., Simões A., Filho J.T., Veiga I., 2005 - Agriculture ou élevage ? Rôle des couvertures pédologiques dans la différenciation et la transformation de systèmes agraires pionniers au Brésil - *Cahiers Agricoles* vol. 14, n° 1, 76-84.
- Dowling P.M., Kemp D.L., Michalk D.L., Millar G.D., 1998 - Changes in Pasture Management Needed for Improved Control of Weeds in Pastures - Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference 1998.
- Dubeuf B., Fleury, P., Jeannin, B., 1995 – Diversité des fonctionnements fourragers et conséquences pour le conseil – *Fourrages* n°141, 19-32.
- Dulieu D., 1987 - L'intensification fourragère en zone sub-humide. L'exemple du nord de la Côte-d'Ivoire : nouvelles perspectives en milieu paysan - p.233-278 in : "Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale ; "Gestion, aménagements et intensification fourragère", Etude et Synthèse de l'I.E.M.V.T. n°: 24, Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD, 418 p.
- Dumont B., Petit M., D'Hour P., 1995 - Choices of sheep and cattle between vegetative and reproductive cocksfoot patches - *Applied Animal Behaviour Science*, 43, p. 1-15.
- Dumont B., 1996 – Préférences et sélection alimentaire au pâturage – *Prod. Anim.*, 9, 359-366.
- Dumont B., Meuret M., Boissy, Petit M., 2001 - Le pâturage vu par l'animal : mécanismes comportementaux en élevage - *Fourrages* 166, pp .213-238.
- Dumont B., Prache S., Carrère P., Boissy A., 2005 - How do sheep exploit pastures? – An overview of their grazing behaviour from homogeneous swards to complex grasslands - In: Advanced Nutrition and Feeding Strategies to Improve Sheep and Goat Production. Proceedings of the 11th Seminar of the Sub-Network FAO-CIHEAM on Sheep and Goat Nutrition, Catania, Italy, 8-10 Sept. 2005. 12p.
- Dupraz Ch., 2005 - Entre agronomie et écologie : vers la gestion d'écosystèmes cultivés – *INRA revue DEMETER*, 16 p.
- Dupré G., (dir.), 1991 - Savoirs paysans et développement – Ed. Karthala, Coll. Economie et Développement, Paris, ORSTOM, 528 p.
- Dupré G., 1996 - Y a-t-il des ressources naturelles ? – ORSTOM, *Cah. Sci. hum.* 32 (1) 96 : 17-27.
- Dupuy L., 2005 - Co, multi, inter, ou trans-disciplinarité ? La confusion des genres... - « Arts et Culture » au Centre National de Documentation Pédagogique de Pau. URL (Déc. 2008) : <http://pagesperso-orange.fr/jules-verne/La%20confusion%20des%20genres.pdf>
- Durand D., 2006 (10e éd.) - La Systémique - Ed., PUF, Coll. Que sais-je ? 126 p.
- Durand, J-L., Emile J.C, Huyghe Ch., Lemaire G., (eds.), 2002 - Multi-function grasslands. Quality forages, animal products and landscapes - Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation, La Rochelle, France, 27-30 May 2002 ; Versailles (route de Saint-Cyr, 78026) : Association française pour la production fourragère, 2002 (86-Poitiers : Impr. Oudin). - [19]-1126 p. (*Grassland science in Europe* ; 7).
- Duru M., 1992 - Bases agronomiques pour gérer les ressources fourragères selon différents objectifs de production et d'utilisation - p. 77-87 in Compte-rendu des journées 1992 de l'Association Française pour la Production Fourragère sur "L'extensification en production fourragère". *Fourrages* N° hors-série, 192 p.
- Duru M., 1996 - Compte-rendu de mission à Marabá : Etat du Para (Brésil) - Toulouse, INRA, 9.
- Duru M., 1999 - Planning and monitoring herbage growth and utilisation to feed grazing animals under conditions of uncertainty - Annual Meeting of the European Association of Animal Production, Zurich 23-26 August 1999; Invited paper, 8 p.
- Duru M., 2000 – Le volume d'herbe disponible par vache : un indicateur synthétique pour évaluer et conduire un pâturage tournant – *Inra Prod. Anim.*, 13 (5), 325-336.
- Duru M., 2008 – Renouveler paradigme et objet de recherche par la recherche en partenariat. Exemple de pâturage – In: Inra-Sad, Journée J.P. Deffontaines, 1-2 avril 2008, Versailles, 4 p.
- Duru M., Andrieu N., 2004 - Flexibilité de la gestion des ressources fourragères et pastorales permise par les types de végétation et l'organisation du système fourrager – Communication de 15 p. In : E. Chia, B. Dedieu, C.H. Moulin, M. Tichit (Eds.) "Transformation des pratiques techniques et flexibilité des systèmes d'élevage ». Séminaire INRA SAD TRAPEUR, Agro M., Montp., 15 – 16 mars.
- Duru M., Balent G., Gibon A., Magda, D., Theau J.P., Cruz, P., Jouany C., 1998 – Fonctionnement et dynamiques des prairies permanentes. Exemples des Pyrénées centrales – *Fourrages* n°153, 97-113.
- Duru M., Bellon S., Chatelin M.-H., Florelli J.-L., Gibon A., Havet A., Mathieu A., Osty P.-L., 1994 - Proposition pour l'aide à la gestion des ressources fourragères : une approche système articulant enquête, expérimentation et simulation - In "Recherches-système en agriculture et développement rural." Symposium international, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994. Cirad-Sar, Montpellier, p. 104-109.

- Duru M., Bossuet L., 1992 - Estimation de la masse d'herbe par le «sward-stick» / Premiers résultats - *Fourrages*, 131, 283-300.
- Duru M., Chia E., Geslin P., Chertier A., 2005 – Production ou co-conception des outils ? Le cas d'un outil de diagnostic pour la gestion du pâturage - Communication de 17 p. Symposium inter. « Territoires et enjeux du développement régional », Lyon 9-11 mars 2005.
- Duru M., Colomb B., Cransac Y., Fardeau J.-C., Julien J.-L., Rozière M., 1993 - Pédoclimat, fertilisation et croissance des prairies permanentes au printemps. I. Variabilité de la nutrition minérale - *Fourrages* n°: 133, p 23-42.
- Duru M., Dalmières A., Foucras J., Laval L., 1997- Le volume d'herbe disponible par animal : un indicateur pour la conduite du pâturage : Application aux vaches allaitantes – *Fourrages* n°150, 209 - 223.
- Duru M., Delprat V., Fabre C. and Feuillerac E., 2000 - Effect of nitrogen fertilizer supply and winter cutting on morphological composition and herbage digestibility of a *Dactylis glomerata* L. sward in spring - *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 33–42.
- Duru M., Ducrocq H., Bossuet L., 2000 - Herbage volume per animal: a tool for rotational grazing management – *J. Range Management*, 53, 395-402.
- Duru M., Ducrocq H., 2002 - A Model of Lamina Digestibility of Orchardgrass as Influenced by Nitrogen and Defoliation - *Crop Sci.* 42:214–223.
- Duru M., Ducrocq Fabre H., Feuillerac E., 2002 - Modeling Net Herbage Accumulation of an Orchardgrass Sward - *Agron. J.* 94:1244–1256.
- Duru M., Ducrocq, H., 1998 - La hauteur du couvert prairial : un moyen d'estimation de la quantité d'herbe disponible – *Four.*, 154, 173-190.
- Duru M., Gibon A., Osty P.L., 1988 - Pour une approche renouvelée du système fourrager – *In* : "Pour une agriculture diversifiée". (éd. Sc. M. Jolivet). Paris, L'Harmattan, p. 35-48.
- Duru M., Gibon A., Osty P.L., 1990 - De l'étude des pratiques à l'aide à la décision, l'exemple du système fourrager – *In* : "Modélisation systémique et système agraire – Décision et organisation." (éd. Sc. J.Brossier et al.), Paris, INRA, p. 159 à 180.
- Duru M., Hazard L., Jeangros B., Mosimann E., 2001 - Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité – *Fourrages*, 166 pp. 165-188.
- Duru M., Hubert B., 2003 - Management of grazing systems: from decision and biophysical models to principles for action – *Agronomie* 23 (2003) 689-703.
- Duru M. (ed.), Lecomte P. (ed.), Guérin H. (ed.), 2001 - Séminaire INRA-CIRAD sur les Dynamiques de Végétation et Relations Herbe/Animal - Montpellier : CIRAD-EMVT, 2001, 152 p.
- Duru M., Magda D., Cruz P., Jouany C., Theau J. P., 2000 - Relation entre la composition botanique et la valeur d'usage d'une prairie application pour la définition d'itinéraires techniques adaptés à différents objectifs - *In*: XVIII Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul - Zona Campos., 2000, Guarapuava, Argentina - PR. XVIII Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul - Zona Campos: Dinâmica da vegetação em ecossistemas pastoris. Guarapuava - PR : CPAF/FAPA, 2000. p. 44-58.
- Duru M., Nocquet J., Bourgeois A. 1988 - Le système fourrager, un concept opératoire ? - *Fourrages*, 115, 251-269.
- Duru M., Papy, F., Soler L.G., 1988 – Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole - *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, (74) : 81-95.
- Duru M., Pflimlin A., 1996 - Outils et méthodes de conception et d'évaluation de systèmes fourragers – *In* : Actes du Coll. Inra, Laon, 127-142.
- Duru M., Tallowin J., Cruz P., 2005 - Functional diversity in low-input grassland farming systems: characterisation, effet and management - *Agronomy Research* 3(2), 125-138.
- Duru M., Théau J.P., Cruz P., 2008 - Un modèle générique de digestibilité des graminées des prairies semées et permanentes pour raisonner les pratiques agricoles - *Fourrages* n°193, 79-102.
- Duru M., Thélér-Huché L., 1997 - N and P-K status of herbage: Use for diagnosis of grasslands - *Colloque de l'INRA*, 82: 125-138.
- Duval J., (agr., M.Sc.), 1995 - Le rôle des légumineuses dans la pollution par les nitrates au Canada. URL (Déc. 2008) : <http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab310-08.htm>
- Escoufier Y., 1987 - the duality diagramm: a means of better practical applications - *In*: Development in numerical ecology. Legendre, P. & Legendre, L. (Eds.) NATO advanced Institute, Serie G. Springer Verlag, Berlin. 139-156.
- Estevez B., Domon G., 1999 - Les enjeux sociaux de l'agriculture durable Un débat de société nécessaire ? Une perspective nord-américaine - *Le Courrier de l'environnement* n°36, 97-106.
- Ewenstein B., Whyte J., 2007 - Visual representations as artefacts of knowing - *Building research and information*, V.35, n°1, pp. 81-89.
- Faerber J., 1998 – Impact du feu sur la valeur pastorales des landes de parcours dans les Pyrénées centrales - Contribution aux *Journées internationales de la recherche pour la gestion des territoires ruraux sensibles*, Clermont-Ferrand, 27-28 avril 1998, *Elevage – Espace et Environnement*.
- Falesi C.I., 1976 – Ecossistema de pastagem cultivada na Amazonia Brasileira – Ed. Embrapa, Belem – Para, 193 P.
- Falesi C.I., Veiga J.B., 1996 – O solo na Amazonia e as pastagens cultivadas – *In* : A.M. Peixoto, J.C. de Moura, V.P. de Faria (ed.), Pastagens na Amazonia, FEALQ, Piracicaba, Ao Paulo, Brasil, pp. 1-26.
- Farnsworth K.D., Focardi S., Beecham J.A., 2002 - Grassland-Herbivore Interactions: How Do Grazers Coexist? - *The American Naturalist*, volume 159 (2002), pages 24–39.
- FARRE, 1999 - Colloque de l'Agriculture raisonnée soutenu par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche - *In* : acte : 97 p. FARRE est membre du réseau européen E.I.S.F. (European Initiative for Sustainable Farming).
- Farruggia A., Dumont B., Loiseau P., Baumont R., Jouven M., 2006 - La diversité végétale à l'échelle de l'exploitation en fonction du chargement dans un système bovin allaitant du Massif central AFPF - *Fourrages* n°188, 477-493.

- Faucher D., 1956 - La révolution agricole du XVIII-XIX siècle - *Bull. de la soc. D'Histoire moderne*, 11 ième série, n° 20 : 2-11.
- Fauconnier R., 1980 - Expérimentation sur la canne à sucre en Guyane. Rapport de la campagne 1980 - GERDAT-IRAT, 44 p.
- Favrot J.-C., Lagacherie Ph., Bouzigues R., Andrieux P., Barthes B., Vincent B., 1987 - Etude des sols du secteur de référence de la savane guyanaise : Plaine Côtière ancienne en vue de l'assainissement drainage – Rap. de synthèse Montpellier, INRA, CEMAGREF, 188 p.
- Fearnside, P.-M., 1991 – Développement agricole et déforestation en Amazonie brésilienne – *Cah. Sci. hum.*, 235-253.
- Ferraz, J., 1995 – Rehabilitation of capoeiras, degraded – In: Clusener-Godt, M., Sachs, I., (Eds), Brazilian Perspectives on Sustainable Development of the Amazon Region - *Man and Biosphere Series*, Vol. 15, UNESCO, Paris, 149-156.
- Ferrell J.A., Sellers B. A., MacDonald G. E., Brecke B. J., Mullahey J.J, 2006 - Weed Management In Pastures and Rangeland – Univ. of Florida, 11 p.
- Ferreira L.A., 2001 – Le rôle de l'élevage bovin dans la viabilité des systèmes d'exploitations agricoles familiaux en Amazonie orientale brésilienne - Thèse de doctorat : INAPG, ABIES, 187 p.
- Ferron P., 1999 - Protection intégrée des cultures : évolution du concept et de son application - *Cahiers Agricultures*, 8, 386-396.
- Figuié M., 2001 - La construction sociale d'un savoir sur la dégradation des ressources naturelles : le cas des pâturages dans les exploitations agricoles familiales de la commune de Silvânia au Brésil - Thèse INA-PG, CIRAD-EMBRAPA 326 p.
- Fily M., 1991 – Succession post-cultural et pression de pâturage dans les Pyrénées-centrales – INRA, Toulouse, 38 p.
- Fily M., Balent G., 1992 – Succession in grazed old-fields: combining the synchronic approach through canonical correspondence analysis – *J. Veg. Sci.*
- Fisher M.J., Rao I.M., Ayarza M.A., Lascano C.E., Sanz J.I., Thomas R.J., Vera R.R. 1994 - Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in: the South American savannas. *Nature* 371: 236–237.
- Fisher M.J., Rao I.M., Ayarza M.A., Lascano C.E., Sanz J.I., Thomas R.J. & Vera R.R. 1995 - Pasture soils as carbon sink. *Nature* 376: 472–473.
- Fleury M., Poncy Jatba, O., (Dirigé par) 1998 - Conserver, gérer la biodiversité. Quelle stratégie pour la Guyane ? *JATBA Revue d'ethnobiologie CNRS-MNHN*, vol. 40 (1-2), 678 p.
- Fleury P., 1994 – Le diagnostic agronomique des végétations prairiales et son utilisation dans la gestion des exploitations agricoles. Typologies fondées sur les aptitudes des prairies à remplir des fonctions - Thèse, INPL, 139 p.
- Fleury P., Duboeuf B., Jeannin, B., 1996 – Forage management in dairy farms a methodological approach – *Agricultural Systems* 52, 199-212.
- Florentino L.G., Simoes A., 2006 - Les organisations professionnelles agricoles et la gestion des ressources naturelles en amazonie brésilienne orientale : Innovations et apprentissages - *VertigO* V.17, mai 2006, 13 p.
- Flores-Lesama M., Hazard L., Betin M., Emile J.C., 2006 - Differences in sward structure of ryegrass cultivars and impact on milk production of grazing dairy cows - *Anim. Res.* 55, pp. 25-36.
- Forestier M., 2006 - Les modèles langagiers – In : Journées AFCET au Moulin d'Andé 13-14 mai 2006.
- Forman R.T.T., 1995 – The ecology of landscape and regions – Cambridge University Press.
- Forman, R.T.T., Godron, M. 1986 - Landscape Ecology - New-York, Wiley, 619 p.
- Fosberg F.R., 1961 – A classification of vegetation for general purpose – *Trop. Ecology*, 2: 1-20.
- Fournet J., Hammerton J.L., 1991 - Weeds of the lesser Antilles – Mauvaises herbes des petites Antilles - Paris, INRA, 214 p.
- Fournier A., 1983 - Contribution à l'étude de la végétation herbacée des savanes de Ouango-Fitini (Côte-d'Ivoire), les grands traits de la phénologie et de la structure – *CANDOLLEA* 38, 1983, 237-265.
- Fresco L.O., Kroonenberg S.B., 1992 - Time and spatial scales in ecological sustainability - *Land Use Policy*, 9: 155-168.
- Frick R., Mosimann E., Suter D., 2008 - Expérience sur la mise en œuvre de prairies multispécifiques. Histoire et rôles des mélanges semés en Suisse - *Fourrages* n°194, 221-231.
- Friedberg C., 1992 – Représentation, classification : comment l'homme pense ses rapports au milieu naturel – In : Jollivet M. (dir.) : Sciences de la Nature, Sciences de la Société. Les passeurs de frontières; Paris, ED. CNRS: 357-371.
- Frontier S., Picho-Viale D., 1992 - Écologie et systémique - In: F. Le Gallou et B. Bouchon-Meunier (dir.), "Systémique, théorie et applications", Paris, Technique et documentation, pp. 226-240.
- Frost R.A., Launchbaugh K.L., 2003 - Prescription grazing for rangeland weed management. A new look at an old tool - *Rangelands* V. 25, n°6, 43-47.
- Gachet J.-P., 1990 - D'un élevage introduit au système agraire guyanais - p. 297-319 in : "Modélisation systémique et système agraire - Décision et organisation" éd. scientifiques: J.Brossier, B.Vissac, J.-L. Le Moigne. Paris, INRA, 265 p.
- Gachet J.-P., 1995 - L'agriculture de défriche en Guyane. Mise en perspective historique - *Courrier de l'Env.* INRA n° 26, décembre 1995, p. 81-83.
- Gachet J.-P., Bourlier F., Thenot M.C., 1989 – Les conditions de pérennisation de l'activité agricole en Guyane. Stratégie d'approvisionnement d'exploitations spécialisées dans des productions de type industriel et de type traditionnel comparativement à deux autres exemples d'exploitations de type plus « traditionnel » - In : Les exploitations agricoles et leurs environnement. Essais sur l'espace technique et économique, Brossier J. et Valceschini E., p. 275 – 288, Paris, France, INRA.
- Gachet J.-P., De Rouville S., 1995 - Postface du séminaire sur les "Systèmes d'élevage herbager en milieu équatorial - p. 445-451, Cayenne 9-10 décembre 1985, INRA, 455 p.
- Gallandat J.D., Gillet F., Havlicek E., Perrenoud A., 1996 - Patubois : Typologie et systémique phyto-écologiques des Pâturages boisés du Jura Suisse - Laboratoire d'Ecologie Végétale et de phytosociologie, Institut de Botanique, Université de Neuchâte, 466 p.

- Galt D., Molinar F., Navarro, J., Joseph J., Holechek J., 2000 - Grazing Capacity and Stocking Rate - *Rangelands* 22(6):7-11.
- Garcia F., 2003 - Mécanismes de développement de l'hétérogénéité du couvert végétal dans une prairie pâturée par des ovins – Thèse ABIES/INA-PG, 153 p.
- Garcia F., Carrère P., Soussana J.F., Baumont R., 2002 - Selective defoliation has a major influence on heterogeneity development in swards extensively grazed by sheep - *In: Multi-Function Grasslands, Quality Forages, Animal Products and Landscapes. Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation.* (Eds Durand J.L., Emile J.C., Huyghe Ch. et Lemaire G.), La Rochelle, France, p. 248-249.
- Gautier L., 1992 - Contact forêt-savane en Côte d'Ivoire Centrale: Rôle de *Chromolaena odorata* (L.) R. King & H. Robinson dans la dynamique de la végétation - Genève, Université de Genève, département de botanique et de biologie végétale, 268 p.
- Gibb M., 2006 - Grassland management with emphasis on grazing behaviour - Chapitre 8 in Elgersma A., Dijkstra J., Tamminga S. (Ed.), *Fresh herbage for dairy cattle: the key to a sustainable food chain*, Wageningen UR Frontis Series 18, Springer Science + Business Media, The Netherlands, 194 p.
- Gibbons M., Limoges C., Schwartzman S., Scott P., Trow M., 1994 - The New Production of Knowledge / the Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies - London: Sage Publications Ltd, 192 p.
- Gibon A., 1981 - Pratiques d'éleveurs et résultats d'élevages dans les Pyrénées Centrales - Thèse Docteur-Ingénieur, INA, Paris - Grignon, Toulouse, INRA, 106 pp. + ann.
- Gibon A., 1997 - Addressing Livestock Farming Systems ecological sustainability at the regional level: a example from the Central Pyrenees - *In: Sorensen, J-T., (Ed.), Livestock Farming Systems : More than food production*, Wageningen Pers, EAAP Publ. 89, 30-41.
- Gibon A., (ed.), 1999 - Etudier la diversité des exploitations agricoles pour appréhender les transformations locales de l'utilisation de l'espace : l'exemple d'une vallée du versant Nord des Pyrénées Centrales - *In : Gibon J. (ed.), Lasseur J. (ed.), Manrique E. (ed.), Masson P. (ed.), Pluvinaud J. (ed.), Revilla R. (ed.) . Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, p. 197-215 Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 27.*
- Gibon A., Lardon S., Rellier J.P., 1989 - The heterogeneity of grassland fields as a limiting factor in the organization of forage system. Developement of a simulation tool of harvests management in the central Pyrénées - INRA, Etudes et recherches sur les systèmes Agraires et le Développement, 16, 105-117.
- Gibon A. (ed.), Lasseur J. (ed.), Manrique E. (ed.), Masson P. (ed.), Pluvinaud J. (ed.), Revilla R. (ed.), 1999 - Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes ; CIHEAM-IAMZ, 1999. 277 p., *Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n° 27.*
- Gibson C.H., 1991 - A concept analysis of empowerment - *Journal of Advanced Nursing*, 16, 354-361.
- Gillet F., 1998 - La Phytosociologie synusiale intégrée - Guide méthodologique. Docu. Labo. Ecol. Vég., 1 : 68 p. Université de Neuchâtel - Institut de Botanique.
- Gillet F., Gallandat J-D., 1996 - Integrated synusial phytosociology : some notes on a new, multi-scalar approach to vegetation analysis - *J. Veg. Sci.* 7, 13-18.
- Gillet F., Mathieu A., 1997 - Une méthode de notation visuelle rapide de l'état des prairies - *Fourrages* n°150, 1991-207.
- Gillet F., Foucault, B. de & Julve, Ph., 1991 - La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts - *Candollea*, 46 : 315-340.
- Gillet F., Gallandat J.D., 1994 - Approche systémique des pâturages boisés du Jura suisse - *In: actes Colloque Transfrontalier "Analyse et maîtrise des valeurs naturelles"*, Besançon, Septembre 1993, 149-153.
- Gillet M., 1980 - Les graminées fourragères. Description, fonctionnement, applications à la culture de l'herbe - *Gauthier - Villars* (Ed.), 306 p.
- Gillet M., Hughes L., Breisch M., Leroy A., Posny Ph., 1979 - Peut-on concilier pâture et plein emploi des graminées fourragères ? Nouvelle approche d'un vieux problème. En pâture, les graminées fourragères sont actuellement trop peu ou mal employées: pourquoi ? - *Revue fourrages* n°79, p.111-121.
- Girard N., 1995 - Modéliser une représentation d'experts dans le champ de la gestion de l'exploitation agricole. Stratégie d'alimentation au pâturage des troupeaux allaitants en région méditerranéenne - Thèse de l'Université Claude Bernard - Lyon I, 234 p. + annexes.
- Girard N., 2004 - Représenter la diversité des pratiques pour reformuler un problème ; Une méthode typologique support de partenariat - Ed. INRA, FaçSad n° 21, 4 p.
- Girard N., 2006 - Catégoriser les pratiques d'agriculteurs pour reformuler un problème en partenariat Une proposition méthodologique - *Cah. Agri.*, V. 15, N° 3, 261-72.
- Girard N., Bellon S., Hubert B., Lardon S., Moulin C.H., Osty P.L., 2001 - Categorising combinations of farmers' land use practices: an approach based on examples of sheep farms in the south of France - *Agronomie* 21 (2001) 435-459.
- Girard N., Havet A., Chatelin M.L., Gibon A., Hubert B., Rellier J.P., 1994 - Formalisations des relations entre stratégie et pilotage dans les systèmes fourragers - *In : Symposium Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural ; Actes, AFSR/E., Montpellier 21/27 nov. 1994, p. 223-229.*
- Girard N., Hubert B., 1996 - Modélisation à base de connaissances de systèmes d'élevages en région méditerranéenne - *Proceeding of 3rd International symposium on livestock farming systems - EAAP publication 79, Wageningen press, 291-300.*
- Girard N., Hubert B., 1997 - A conceptual framework to identify the diversity of farmer strategies and responses against uncertainty in sheep farming systems of Southern France - *Proc. 4th international Symposium on livestock farming systems. EAAP publication 89, Wageningen press, 120-121.*

- Girard N., Hubert B., 1999 - Modelling expert knowledge with knowledge based systems to design decision aid support; The exemplification of a knowledge-based model on grazing management - *Agric. Syst.* 59 (1999) 123-144.
- Girard N., Magda D., Hazard L., Duru, M., 2004 - Formaliser la diversité des pratiques d'éleveurs pour cerner le rôle potentiel de l'élevage dans le cadre d'un plan de gestion de l'espace et orienter les recherches à conduire sur le pilotage de surfaces embroussaillées : le canton d'Arreau dans les Hautes-Pyrénées – *Cah. De la Multifonct.* N° 6, 9-24.
- Gliessman S.R., Garcia E., Amador A., 1981 - The ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems - *Agro-Ecosystems* 7:173-185.
- Gliessman S. R., 1990 - Agroecology researching the ecological basis for sustainable agriculture - *Ecol. Stud.*, v. 78, 3-10.
- Gliessman S.R., 2007 - Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture - Second edition CRC Press, 408 p.
- GNIS, 2006 – Les graminées et les légumineuses prairiales / Les fourragères prairiales – La prairie : base du système fourrager. URL (Déc. 2008) : <http://www.gnis-pedagogie.org/pages/plantaprotein/prairie/1.htm>
- Godron M., 1993 - Ecologie de la végétation terrestre – Ed. Masson, Coll., abrégé, 170 p.
- Godron M., Daget P., Emberger L., Long O., Le Floch E., Poissonet J., Sauvage C., Wacquant J.P., 1968 - Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu - C.N.R.S. Paris, 1 vol. 292 p.
- Gouérec N., Guernion J.P., 2008 - Expérience des éleveurs du CEDAPA dans la conduite des prairies à flore complexe en élevage laitier intensif - *Fourrages* n°194, 207-220.
- Gounot M., 1969 – Méthodes d'étude quantitative de la végétation – Ed. Masson et C^{ie}, Paris, 314 p.
- Granger S., 1994 – Typologie de fonctionnement des prairies permanentes pâturées, essais d'identification de voies à prospecter pour la gestion des prairies de l'Auxois – Thèse, Université de Bourgogne, 260 p.
- Granger S., Balent G., 1994 - Intégration de méthodes et outils analytiques dans une démarche recherche-système. Application à la prairie permanente – In : "Recherches-système en agriculture et développement rural." Symposium international, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994. Cirad-Sar, p. 110-113.
- Grant S-A., Torwell, L., Sim, E-M., Small, J-L., Armstrong, R., H., 1996 – Grazing studies on *Nardus* grassland: effect of between-tussock sward height and species of grazed on *Nardus* utilization and floristic composition in two fields in Scotland – *J. Appl. Ecol.* 33, 1053-1064.
- Grenet N., Melet, L., Chupin, J-M., Le Neindre, P., Malterre, C., 1982 – Performances de vaches allaitantes en plein air intégral – In : *Actions du climat sur l'animal au pâturage*, INRA, Paris, 31-44.
- Grimble R., Wellard K., 1997 - Stakeholder methodologies in natural resource management: a review of principles, contexts, experiences and opportunities - *Agricultural Systems*. vol. 55, n°2, p. 173-193.
- Griffiths W.M., Gordon I.J., 2003 - Sward structural resistance and biting effort in grazing ruminants – *Anim. Res.* 52, 145-160.
- Griffon, M., 2002 – Révolution verte ; Révolution doublement verte ; quelles technologies, quelles institutions et quelles recherches pour les agriculteurs de l'avenir ? – Mondes en développement, Nature, sociétés et développement durable, CIRAD 8 p.
- Grimm V., Schmidt E., Wissel C., 1992 – On the application of stability concepts in ecology – *Ecol. Model.* 63, 143-161.
- Grimm V., Wissel, C., Babel, O-R., 1997 –The ecological stability discussions: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion – *Oecologia* 109, 323-334.
- Grove R.H., 1995 - Biological control of weeds – past, present and future. In: Delfosse E.S. and Scott R.R. (eds) Proceeding of the 8th International Symposium on Biological Control of Weeds, Lincoln University, New Zealand, pp. 7-11. Wellington, New Zealand: DSIR.
- Groupe de Recherche INRA, ENSSAA, 1978 - Pays, paysans, paysages dans les Vosges du sud, INRA, 192 p.
- Grouzis M., Akpo L. E., 2006 - Interactions arbre-herbe au Sahel – *Sécheresse*, V. 17, n° 1, 318-25.
- Guédon, J.-C., 1984 - Lecture encyclopédique de Jacques le fataliste : pour une épistémologie du trouble - *Stanford French Review*, Fall 1984, n° 8 (2-3), p. 335-347.
- Guédon J.-C., 2005 - Conséquences pour la recherche des nouveaux modes de publication et de diffusion de la connaissance sur Internet : Internet et les changements de l'activité scientifique – Conférence organisée par le groupe "Sciences en Questions" de l'INRA, 03-oct-2005, Supagro Montpellier.
- Guérin G., Bellon S., 1990 – Analyse des fonctions des surfaces pastorales dans les systèmes de pâturage méditerranéens, Recherche sur les systèmes herbagers : quelques propositions françaises – In: Capillon, A., (éd.), Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement 17, 147-158.
- Guerin G., Bellon S., Gautier D., 2001 Valorisation et maîtrise des surfaces pastorales par le pâturage - *Fourrages* n°166, 239-256.
- Guerin G., Gautier D., 2004 - Gérer une diversité de végétations. Le cas des systèmes pastoraux méditerranéens - *Fourrages* n° 178, 233-244.
- Guérin G., Pflimlin A., Léger F., 1994 – Stratégie d'alimentation. Méthodologie d'analyse et de diagnostic de l'utilisation et de la gestion des surfaces fourragères et pastorales - Coll. Lignes, Institut de l'Elevage, 36 p.
- Guérin G., Picard O., 2002 -Valorisation sylvopastorale des zones de pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) – Exemple en France des causses du Sud du Massif central – In : Dubeuf J.-P. (ed.) . *L'évolution des systèmes de production ovine et caprine : avenir des systèmes extensifs face aux changements de la société* - Séminaire du Sous-Réseau Systèmes de Production du Réseau Coopératif Interrégional FAO-CIHEAM de Recherche et Développement sur les Ovins et les Caprins, 2002/04/04-06, Alghero (Italy). *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens* ; n. 61 : 141-146.

- Gueugnot J., Coquillard P., Michelin Y., Jouglu P., 1993 - Agro-écologie des landes et herbages de l'étage montagnard du Massif de Sancy (Massif Central, France) (Agro-ecology of heathlands and grasslands of Massif du Sancy (Massif Central, France)) - *Bull. écol.*, 1993, vol. 24, n°2-4, pp. 151-166.
- Guijt, I., 1998 - Assessing the merits of participatory development of sustainable agriculture: experiences from Brazil and Central America - In: J. Blauert and S. Zadek (eds) *Mediating Sustainability* pp. 100-128. Kumarian Press, Conn.
- Guimaraes E.-P., Sanz J.-I., Rao, I.-M., Amezcuita M.-C., Amezcuita E., Thomas R.-J., 2004 - Agropastoral systems for the tropical savannas of latin America - Edition CIAT, 342 p. Texte en ligne à l'adresse.
- Guimard J.L., 1989 - Botanique - Ed. Masson, Coll. Abrégés, 259 p.
- Guinochet M., 1973 - Phytosociologie - Ed. Masson & Cie, Collection d'écologie, Paris, 227 p.
- Gunderson L., 1999 - Resilience, flexibility and adaptive management - antidotes for spurious certitude? *Conservation Ecology* 3(1): 7.
- Guo X., Wilmshurst J., McCanny S., Fargey P., Richard P., 2004 - Measuring spatial and vertical heterogeneity of grasslands using remote sensing techniques - *Journal of Environmental Informatics*. 3: 24-32.
- Guretzky J.A., Moore K.J., Brummer E.C., Burras C.L., 2005 - Forage and grazing lands Species Diversity and Functional Composition of Pastures that Vary in Landscape Position and Grazing Management - *Crop Sci.* 45:282-289
- Gurr G.M., Wratten S.D., Altieri M.A., 2004 - Ecological engineering for pest management - CSIRO, CABI, Publishing, 244 p
- Habermas J., 1984 - Reason and the Rationalization of Society - Volume 1 of The Theory of Communicative Action, English translation by Thomas McCarthy. Boston: Beacon Press (originally published in German in 1981).
- Habermas J., 1999 - Morale et communication : conscience morale et activité communicationnelle - Ed. : Flammarion, Coll. : Poche: 212 p.
- Hacker J.B. and Minson D.J., 1981 - The digestibility of plant parts - *Herbage Abstracts*, 51, 459-482.
- Hamelin P., 1990 - Occupation humaine le long de la transamazonienne : le cas de Uruara - *Cahiers du Brésil contemporain* n°11.
- Hansen C., 1998 - Gestion de la faune en Amazonie - Synthèse bibliographique ; Rapport Silvolab, DIREN / ONF, 230 p.
- Hansen E., Richard-Hansen C., 2000 - Faune de Guyane - Guide des principales espèces soumises à réglementation - Ed. Roger Le Guen.
- Hardy A., Le Bris X., Pelletier P., 2001 - Herb'ITCF® : une méthode d'aide à la gestion du pâturage - *Fourrages* n°167, 3999-415.
- Harper J.L., 1982 - After description: The plant community as a working mechanism - *Spécial publication series of the British Ecological Society*. 1, Blackwell Scientific Publication, London, 11-25.
- Harris P.S., 2000 - Grassland resource assessment for pastoral systems - FAO Plant Production and Protection Papers - 162.
- Harwood R., Dessein S., 2005 - Australian *Spermacoce* (Rubiaceae: Spermacoceae). I. Northern Territory - *Australian Systematic Botany* 18(4) 297-365
- Hatchuel A., David A., LauferLes R., 2001 - nouvelles fondations des sciences de gestion. Eléments d'épistémologie de la recherche en management - Ed. Vuibert, Coll. Fnege, 260 p.
- Hatchuel A., Weil B., 1992 - L'expert et le système - *Economica*. 263 p.
- Haudricourt A.G., 1964 - La technologie, science humaine - *La Pensée*, 115, 28-35.
- Heard T.A., Chan, R.R. and Segura R., 2002 - Prospects for the biological control of bellyache bush, *Jatropha gossypifolia* - 13th Australian Weeds Conference: Papers and Proceedings: 8-13 September 2002, Perth, WA., pp. 366-369.
- Heitschmidt R.K., Stuth J.W. (eds), 1991 - Grazing management an ecological perspective - Timber Press, Inc., Portland, Oreg., 259 p.
- Heitschmidt R.K., Taylor C.A., 1991 - Livestock production - In: Heitschmidt R.K. & Stuth (eds), *Grazing management: An ecological perspective*; Timber Press, Portland, OR, 161-177.
- Heitschmidt R.K., Walker J.W., 1996 - Grazing Management: Technology for Sustaining Rangeland Ecosystems? - CSIRO, *The Rangeland Journal* 18(2) 194 - 215.
- Hénin S., 1967 - Les acquisitions techniques en production végétale et leur applications - Economie Rurale. SFER, Paris : 31 - 44.
- Hénin S., 1980 - Rapport du groupe de travail ; activités agricoles et qualité des eaux - Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'environnement et de la qualité de vie.
- Henry A., 1989 - La Guyane son histoire 1604-1946 - 3^{ème} éd. Cayenne, Guyane presse diffusion, 260 p.
- Hermansen, J. E., Tichit, M., Durant, D., Zervas, G., Kernéis, E., 2005 - The role of grazing in creating suitable sward structures for breeding waders in agricultural landscapes - *Livestock Production Science*, Vol. 96, n° 1, 119-128.
- Hervé D., 1998 - Capacité de charge animale ou indicateur de pression sur des ressources fourragères - In : Hervé (ed.) *Pression sur les ressources et raretés*, p. 112, Orstom, Doc n° 6, 37-50.
- Hervieu B., 2002 - La multifonctionnalité de l'agriculture : genèse et fondements d'une nouvelle approche conceptuelle de l'activité agricole - *Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures* 6(11): 415-9.
- Hervieu B., 2002 - Multifunctionality: a conceptual framework for a new organisation research and development on grasslands and livestock systems - In: *Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation (EGF)*, 27-30 may 2002 - La Rochelle (France) *Grasslands : Quality - Animal Products and Landscapes*, p. 3-4.
- Hill M.O., Smith, A.J.E., 1976 - Principal component analysis of taxonomic data with multi-state discrete characters - *Taxon*: 25, 249-255.
- Hnatyszyn M., Guais A., 1988 - Les fourrages et l'éleveur - Ed. Lavoisier, Coll. Tec & Doc, Agriculture d'aujourd'hui, Sciences Techniques Applications, Paris, 440 p.

- Hodgson, J., Clark D.A., Mitchell R.J., 1994 - Foraging behavior in grazing animals and its impact on plant communities – In: G.C. Fahey and al. (ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. ASA CSSA and SSSA Madison, WI.
- Holling C.S., 1973 - Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 4: 1-23.
- Holling C.S., 1996 - Engineering Resilience Versus Ecological Resilience - In: P. Schulze, editor, *Engineering Within Ecological Constraints*, P. C. Schulze, National Academy Press, Washington, DC, USA, 31-44.
- Holm L.G., Plucknett D.L., Paucho J.V. and Herberger J.P., 1997 - The World's Worst Weeds - Honolulu, USA: E-W Center, Univ. of Hawaii.
- Hook J., 1971 - Les savanes Guyanaises: Kourou - Essai de phytécologie numérique - Paris, ORSTOM, 251 p.
- Hostiou N., 2003 - Pratiques et stratégies de gestion des ressources herbagères cultivées par des éleveurs laitiers sur un front pionnier en Amazonie brésilienne : cas du municipe de Uruará... Thèse Sciences de la terre, Agro. Paris [INAPG], 257 p.
- Hostiou N., Bonaudo T., Veiga J.B. da, Ferreira L., 2004 - Agriculture familiale sur les fronts pionniers amazoniens BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES, 2004, N° 280 (2)53-61.
- Hostiou N., Tourrand J.-F., Huguenin J., Lecomte Ph., 2006 – La diversité de gestion des systèmes herbagers en Amazonie : Cas des élevages bovins brésiliens – *Fourrages* n° : 187, p. 377-392.
- Howard R.A., 1988 - Flora of the Lesser Antilles, Leeward and Windward Islands - *Dicotyledoneae*, Part 1, Vol. 4. Jamaica Plain, MA, USA: Arnold Arboretum, Harvard University.
- Hubert B., 1993 – Comment raisonner de manière systématique l'utilisation du territoire pastoral ? – *Proc. IVth Int. Rang. Cong*, Montpellier, avril (1991), 1026-1043.
- Hubert B., 1994 - Pastoralisme et territoire. Modélisation des pratiques d'utilisation - *Cahiers Agricultures*, 3, 9-22.
- Hubert B., 1999 - Combiner les analyses économiques, techniques et écologiques pour étudier les conditions du développement local – In : Gibon J. (ed.), Lasseur J. (ed.), Manrique E. (ed.), Masson P. (ed.), Pluvinage J. (ed.), Revilla R. (ed.) . *Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes*, Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1999. p. 9-14. (*Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches* ; n. 27).
- Hubert B., 2004 - Pour une écologie de l'action : savoir agir, apprendre, connaître – Ed. Arguments, Coll. Parcours et Paroles, 430 p.
- Hubert B., Bonnemaire J., 2000 - La construction des objets dans la recherche interdisciplinaire finalisée : de nouvelles exigences pour l'évaluation. *Natures Sciences Sociétés* 2000 ; 8 : 5-19.
- Hubert B., Girard N., Lasseur J., Bellon S., 1993 – Les systèmes d'élevage ovin préalpins ; Derrière les pratiques, des conceptions modélisables – In : Landais et Balent (Dir. Sc.), « Pratiques d'élevage extensif : identifier, modéliser, évaluer » ; Ed. INRA, Coll. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, n° 27, p. 351-385.
- Hubert B., Girault N. (éds), 1988 - De la touffe d'herbe au paysage. Troupeaux et territoires, échelles et organisations - INRA-SAD, 336 pp.
- Huguenin J., 2002 - Comment contrôler la dégradation des prairies guyanaises due aux adventices ? - *Fourrages* n° 170, p.170-188.
- Huguenin J., 2006 - Dynamique d'évolution et d'innovation des systèmes herbagers en Guyane française : exemple de partenariat entre la recherche et le monde professionnel – In : Atelier Economie et Politique de l'Elevage (EPE) Cirad-Emvt.
- Huguenin J., Beldje-Bedogo, 1992 - Travaux de recherche appliquée pour la protection des savanes pastorales en RCA contre *Chromolaena odorata* - in annales 7^{ème} conf. de l'AIEMVT à Yamoussoukro, Côte-d'Ivoire, 14-19 sept. 1992. Maisons-Alfort, Cirad Emvt, p.633-642.
- Huguenin J., Beldje-Bedogo, 1993 - Protection des Terroirs Pastoraux en Centrafrique, Contre l'emboisement des Savanes par *Chromolaena odorata* - In: 3rd Proceedings Int. Workshops on Biological Control and Management of *C. odorata*, Abidjan, Côte-d'Ivoire, nov. 1993.
- Huguenin J., Le Masson A., Lecomte Ph., 2001 – Travail de la Recherche impliquée dans des actions de développement sur la gestion des prairies tropicales humides / Fiches techniques d'élevage / Cahier de l'éleveur et du technicien : L'implantation et la gestion durable des prairies en Guyane - Kourou, SCEBOG, CIRAD, UE, 31 p.
- Huguenin J., Lecomte Ph., 2002 - Protecting French Guiana grasslands weed development. text in Proceedings of the 19th General Meeting of the European Grassland Federation (EGF), 27-30 may 2002 – La Rochelle (France) Grasslands : Quality – Animal Products and Landscapes, p. 376-377+ Poster.
- Huguenin J., Lhoste F., Jean-Baptiste K., Carut L., Dorvaux F., Bigot A., Bourlier F., Carité Ch., Bergère H., 1996 - Programme de suivis et d'appuis techniques du Cirad-Emvt auprès du SEBOG: Etat d'avancement au deuxième semestre 1995, situation du groupement en 1995, évolution du groupement 1993-1996 - Kourou, Cirad-EMVT, SEBOG, ODEADOM, 110 p.
- Huguenin J., Serena M., Leguillon J.Ch., Morand P.A., 2001 - Opération : "Ressource Alimentaire du Bétail", Préservation de la principale ressource alimentaire du bétail : l'herbe - Dispositions pour protéger les prairies contre la dégradation par des adventices – Rapport d'exécution – Ed. Cirad-Kourou, Guyane fr., DRAF, SGARE de la Préfecture de Guyane, Regis-Feoga, UE, 261 p.
- Humphreys L.R., 1991 - Tropical Pasture Utilisation – Ed. Cambridge University Press, 218 p.
- Humphries S.E., Groves R.H., Mitchell D.S., 1991 - Plant invasions: The incidence of environmental weeds in Australia. *Kowari*, 2: 1-134.
- Hutchins E., 1995 - Cognition in the Wild - Mit Press, 408 p.
- Iason G.R., Hester A.J., 1993 - The response of heather (*Calluna vulgaris*) to shade and nutrients / Predictions of the carbon-nutrient balance hypothesis - *Journal of Ecology*, 81, 75-80.
- Ingrand S., 1992 – Expérimentation et suivi : le cas de l'élevage bovin – viande en Guyane française ; les ambiguïté et les limites d'une recherche en appui à un plan de développement de l'agriculture. In : Approche globale des systèmes d'élevage et études de leurs niveaux

- d'organisation : concepts, méthodes et résultats ; de Gibon A., Matheron G., Actes du symposium sur les systèmes d'élevage, Cirad-lemvt, Toulouse, Juillet 1990. Luxembourg, Commission des communautés européennes, p. 271-275.
- Ingrand S., 1999 - Constitution des lots de vaches dans les élevages allaitants. Effets de l'hétérogénéité intra lot des besoins nutritionnels sur le niveau d'ingestion et le comportement alimentaire des vaches charolaises - Thèse INA-PG, 262 pp.
- Ingrand S., De Rouville S., Matheron G., Gaucher B., 1995 - Engraissement de taurillons zébus Brahman à Combi - pp. 139-162 in : "L'élevage bovin en Guyane. Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.
- Ingrand S., Dedieu B., Chassaing C., Josien E., 1993 - Etude des pratiques d'allotement dans les exploitations d'élevage, proposition d'une méthode et illustration en élevage bovin extensif limousin - *Etud. Rech. Syst. Agraires Dév.*, 27, 53-72.
- INRA département de recherches sur les systèmes agraires et le développement, Ouvrage collectif - 1993 – Agriculture et qualité des eaux ; Diagnostic et propositions pour un périmètre de protection 1989-1992 - 334 p., avec en annexe, cartes pédologiques et carte d'occupation des sols, au 1/50000ème. Publiée par l'Inra.
- IRAM, 2003 – De la participation à l'empowerment : entre la mise en condition et l'illusion de la prise du pouvoir ? - Journées d'étude IRAM 5 & 6 septembre 2003.
- Isselin-Nondedeu F., Bédécarrats A., 2006 - Concilier le pâturage avec la restauration écologique des prairies d'altitude – *Fourrages* (188) 511-523.
- Isselstein J.I., Griffith B.A., Pradel P., Venerus S., 2007 - Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance - *Grass and Forage Science* Vpl. 62 I. 2 pp 145-158.
- Jackson W., J. Piper., 1989 - The necessary marriage between ecology and agriculture - *Ecology* 70:1591-1593.
- Jacques-Felix H., 1962 – Les graminées d'Afrique tropicale. I. Généralités, classification, description des genres – IRAT, Paris, 1 Vol. 345 p.
- Jeannin B., Garel J-P., Béranger C., Micol D., 1984 – Utilisation de prairies permanentes et temporaires par un troupeau de vaches allaitantes en zone de demi - montagne humide - *Fourrages* 98, 19-39.
- Jensen K. and Meyer C., 2001 - Effects of light competition and litter on the performance of *Viola palustris* and on species composition and diversity of an abandoned fen meadow - *Plant Ecology*, 155, 169–181.
- Jickling B., Lotz-Sisitka H., 2006 - Education écologique éthique et agrir ; Un document de travail pour débiter - DCPI, UNEP, 61 p.
- Joffre R., Hubert B., Meuret M., 1991 - Les systèmes agro-sylvo-pastoraux méditerranéens : Enjeux et réflexion pour une gestion raisonnée - Dossier MAB 10. UNESCO, Paris, 97 p.
- Johnson G.L., Bonnen J.T., 1991 - Social Science Agricultural Agendas and Strategies - Michigan State University Press, 650 p.
- Johnson S.A., 2000 -Thistle and bush management for rural and foothill landowners - Proc., *California Weed Science Society* 52:20-25.
- Jollivet M., (Dir.), 1992 - Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières - Ed. du CNRS, 1992. - 589 p.
- Jollivet M., 1992 - Pluridisciplinarité, interdisciplinarité et recherche finalisée, ou des rapports entre sciences, techniques et sociétés - In : M. Jollivet : *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières*. Paris, CNRS Editions, pp. 519-535.
- Jollivet M., 2001 - Pour une science sociale à travers champs. Paysannerie, ruralité, capitalisme (France XX^e siècle) - Paris, Éditions Arguments, 2001, 400 p.
- Jollivet M., Pena-Vega A., 2002 - Relier les Connaissances, Transversalité, Interdisciplinarité - revue *Natures Sciences et Sociétés* 2002, Vol 10, N° 1, p.78-95.
- Jonnaert Ph., Barrette J., Boufrahi S., Masciotra D., 2004 - Contribution critique au développement des programmes d'études : compétences, constructivisme et interdisciplinarité - *Revue des sciences de l'éducation*, Vol. XXX, no 3, 2004, p. 667-696.
- Josien E., Dedieu B., Chassaing C., 1994 - Etude de l'utilisation du territoire en élevage herbager. L'exemple du réseau extensif bovin Limousin - *Fourrages* n° : 138, juin 1994, p. 115 - 134.
- Jouany C., Cruz P., Petibon P., Duru M., 2004 - Diagnosing phosphorus status of natural grassland in the presence of white clover - *European Journal of Agronomy*, V.21, 3, October 2004, 273-285.
- Joule R.V., Beauvois J.L., 1999 - La soumission librement consentie : Comment amener les gens à faire librement ce qu'ils doivent faire ? - Puf, 214 p.
- Jouve Ph., 2004 - Autres repères autres paysages La croissance démographique, frein ou opportunité pour une intensification agricole durable en Afrique subsaharienne ? Transition agraire et résilience des sociétés rurales - *Courrier de l'environnement de l'INRA* n°52, septembre 2004 : 101-106.
- Jouve Ph., Tallec M., 1994 - Une méthode d'étude des systèmes agraires par l'analyse de la diversité et de la dynamique des agrosystèmes agro systèmes villageois - *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 39 : 43-59.
- Jouven M., 2006 - Quels équilibres entre production animale et utilisation durable des prairies dans les systèmes bovins allaitants herbagers ? Une approche par modélisation des interactions conduite-troupeau-ressources - Thèse INA P-G, ABIES, Inra, 271 p.
- Jouven M., Agabriel, Carrere, Josien E., Baumont R., 2005 - Quelles conduites des systèmes bovins allaitants herbagers pour produire en préservant les prairies ? Eléments de réponse à l'aide de la modélisation – In : actes 3R, pp. 199-202.
- Julien M.H., 1992 - Biological Control of Weeds - 3rd edition. CAB International, Wallingford, UK 186 pp.
- Julien M.H., 2006 - Biological control of rangeland weeds in Australia – *The Rangeland Journal* n° 28(1), pp. 47–54.
- Julien M.H., Flanagan G., Heard T., Hennecke B., Paynter Q., Wilson C., 2004 - Research and Management of *Mimosa pigra* - Proceeding of 3rd International symposium of *Mimosa pigra* - 23-25 september 2002, Darwin, Australia, CSIRO Entomology ; Canberra 2004, 173 p.

- Julve P., 1989 - Sur les relations entre types biologiques et stratégies adaptatives chez les végétaux - *Bull. Ecol.*, 20, 1 : 79-80.
- Jung C.G., 1964 - L'homme et ses symboles – Ed. Robert Laffont, 320 p.
- Jung C.G., 1976 - "Lettre à J.C. Vernon du 18 juin 1957", in *Letters*, vol.2, Princeton University Press, Princeton, pp. 372-373.
- Kainea G.W., Tozer P.R., 2004 - Stability, resilience and sustainability in pasture-based grazing systems – *Agricul Systems*, V.83, I.1, 27-48.
- Klein G., 1998 - Sources of Power - The MIT Press, 338 p.
- Knapp A.K., Briggs J.M., Hartnett D.C., Collins S. L., (Ed.), 1998 – Grassland dynamics / Long-Term ecological research in tallgrass prairie - Oxford University Press, USA, 386 p.
- Koechlin J., 1960 – Etude des pâturages et des questions fourragères en République Centrafricaine, *Ministère Coop. Fr.*, Paris, 132 p.
- Koechlin J., 1961 - La végétation des savanes dans le Sud de la République du Congo – Brazzaville, Ed. ORSTOM, 309 p.
- Koechlin J., 1963 - Pâturages naturels et cultures fourragères en Afrique Occidentale et Centrale - Maisons-Alfort, IEMVT, 125 p.
- Koechlin J., Legris P., Bunting A.H., Firth D.R., Rodier J., Wild A., Menaut J.C., Lamotte M., Barbault R., Lavelle P., Thiollay J.M., Weiner J.S., Wheeler E., Bonte P., Bourgeot A., Skerman P.J., Riveros F., Seifer H.SH., Reid N.R., Griffiths R.B., 1981- Ecosystèmes pâturés tropicaux – Recherches sur les ressources naturelles XVI, Rapport sur l'état des connaissances préparé par l'Unesco, le PNUE et la FAO ; UNESCO, 675 p.
- Kolasa J., Pickett, S-T-A., 1989 – Ecological systems and the concept of biological organization – *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 86, 8837-8841.
- Kriticos D., Brown J., Radford I. and Nicholas M., 1999 - Plant population ecology and biological control: *Acacia nilotica* as a case study - *Biological Control*, 16,230–239.
- Kuhn T.S., 1963 - The Function of Dogma in Scientific Research - pp. 347-69 in A. C. Crombie (ed.). Scientific Change, Symposium on the History of Science University of Oxford, 9-15 July 1961. New York and London: Basic Books and Heineman, 1963.
- L'Homme G., Coubert J-P., Leroy E., Boyer V., 1991 – Extension et amélioration du lande à Calune - IV^e Congrès Int. Terres de Parcours, Montpellier, 22-26 avril (1991), 362 p.
- Laca E.A., Demment M.W., 1996 - Foraging strategies of grazing animals - In: The ecology and management of grazing systems. (Eds Illius A.W. et Hodgson J.), CAB International, p. 137-158.
- Laca E.A., Lemaire G., 2001 - Measuring Sward Structure - In: Mannelje L.'t, Richard M.J., (eds) Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research 103-122.
- Laforge K., 2004 - Le broutage : un élément naturel des zones riveraines de l'écozone des Prairies - Administration du rétablissement agricole des prairies, Canada, 10 p.
- Laissus R., 1974 - Possibilités d'amélioration de la prairie permanente française - *Fourrages*, n°: 58, juin 1974, p. 41-62.
- Lal R., 1999 - Global carbon pools and fluxes and the impact of agricultural intensification and judicious land use – pp. 45–52 in: Prevention of land degradation, enhancement of carbon sequestration and conservation of biodiversity through land use change and sustainable land management with a focus on Latin America and the Caribbean, *World Soil Resources Report n°86* FAO, Rome.
- Lalanne-Cassou B., Silvain J.F., 1984 – Programme d'études des noctuelles - Collaboration entre l'INRA (Guadeloupe) et l'ORSTOM (Guyane) – pp. 273-277 in : "Prairie guyanaise et élevage bovin". Actes de la réunion inter instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne -Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA 350 p. (les colloques de l'INRA n°24).
- Lamotte, M. 1981 - Structure et fonctionnement des écosystèmes de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire), in UNESCO, Recherches sur les ressources naturelles, XVI Ecosystèmes pâtures tropicaux, 529-580, UNESCO, Presses Univ. de France, Vendôme, 675 p.
- Lançon J., 1978a - Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets - *Fourrages*, n°: 75, septembre 1978, p.55-88.
- Lançon J., 1978b - Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets - Effet des déjections sur la production d'une pâture - *Revue fourrages*, n°: 76, décembre 1978, p.91-122.
- Landais E., (éd.), 1986 - Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale - Maisons-Alfort, IEMVT/ISRA, Coll. Etudes et Synthèses de l'IEMVT, n° 20, 733 pp.
- Landais E., 1992 – Principes de modélisation des systèmes d'élevage, Approches graphiques – *Les Cahiers des la Recherche Développement* n° 32 – 2, 82-95.
- Landais E., 1994 - Système d'élevage. D'une intuition holiste à une méthode de recherche, le cheminement d'un concept - In: C. Blanc-Pamard et J. Boutrais, 1994 : *A la croisée des parcours. Pasteurs, éleveurs, cultivateurs*. Paris, ORSTOM, Coll. Dynamique des systèmes agraires, pp. 15-49.
- Landais E., 1995 - Rapport de mission au Brésil - Versailles, INRA-SAD, 22 p.
- Landais E., 1996 – Elevage bovin et développement durable - *Courrier de l'environnement de l'Inra* n°29, 59-72.
- Landais E., Balent G., (ed. Sc.) 1993 - Pratiques d'élevage extensif – Identifier, modéliser, évaluer - Paris, INRA, coll. Etudes et recherches sur les systèmes agraires et le développement, n° : 27, 389 p.
- Landais E., Balent G., 1993 - Introduction à l'étude des pratiques d'élevage extensif – In : "Pratiques d'élevage extensif." (éd. SC. E. Landais & G. Balent). Paris, INRA, p. 13-34.
- Landais E., Bonnemaire, J., 1996 – La zootechnie : Art ou science ? – *Courrier de l'environnement de l'Inra*, 23-44.
- Landais E., Deffontaines J.P., 1988 - Les pratiques des agriculteurs. Points de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique – *Etudes Rurales*, 109 : 125-158.

- Landais E., Deffontaine J.P., 1990 – Les pratiques des agriculteurs : points de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique – *In* : Séminaire du département de recherche Inra/Sad, Inra, St Maximin « Modélisation systémique et systèmes agraires. Décision et organisation », Actes, Inra/Sad, Parsi, p. 31-64.
- Landais E., Lasseur J., 1993 – Idées de troupeau. Pratiques et conceptions d'éleveurs préalpines – *In* : p. 37 -51 p. Landais (Ed Sc.), Pratiques d'élevages extensifs, Ed. Inra, 389 p.
- Landais E., Lhoste, Ph., Milleville P., 1987 - Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux - *Cahiers des Sciences Humaines*, 1987, Vol. 23, Num. 3/4, p. 421-437.
- Landers J.N., (dir.), 2007 - Tropical crop–livestock systems in conservation agriculture / The Brazilian experience - Fao, *Integrated crop management*, V. 5, 106 p.
- Lapeyronie A., 1995 – Les graminées fourragères ; Introduction – pp. 121-124 *In* : Daget Ph., Godron M., 1995 - Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés - HATIER / AUPELF-UREF, 510 p.
- Lapointe J., 1992 - La conduite d'une étude de besoins en éducation et en formation: une approche systématique - Ed. *Presses de l'Université du Québec*, 307 p.
- Lappe F.M., Collins J., Rosset P., 2000 - World Hunger: Twelve Myths - Ed. Gove Press, 224 p.
- Lascano C.E., 2000 - Selective grazing on grass-legume mixtures in tropical pastures - pp. 249-263 *In*: Lemaire G. et al. (ed.) Grassland ecophysiology and grazing ecology, CABI, 422 p.
- Lasseur J., 2005 - Caractériser les pratiques d'élevage et les conceptions des éleveurs pour comprendre l'usage d'un territoire local – pp. 284-293 *In* : P. Prévost. (Eds). Agronomes et Territoires (deuxième édition des entretiens du Pradel). Editions L'Harmattan.
- Latour B., 1995 - Le Métier de chercheur: Regard d'un anthropologue – Ed. Inra, Coll., Sciences en questions, 95 p.
- Latour B., 1996 - Petites leçons de sociologie des sciences - Ed. Seuil, Coll. Points Sciences, 251 p.
- Latour B., 2004 - Le rappel de la modernité - approches anthropologiques - *ethnographiques.org* N°6 - nov 2004.
- Lavigne Delville Ph., 1990 - D'un savoir à l'autre, les agents de développement comme médiateurs - GRETE/ Ministère de la Coopération, 204 p., sous la direction de J.-P. Olivier de Sardan et E. Paquot, 1991.», *Le bulletin de l'APAD*, n° 2.
- Lavigne Delville P., Broutin C., Castellanet C., 2004 - Jachères, fertilité, dynamiques agraires, innovations paysannes et collaborations chercheurs/paysans Fondements pour des recherches-actions en milieu paysan sur la fertilité des terres – Coopérer aujourd'hui n° 36, documents de travail de la Direction scientifique, 62 p.
- Lavorel S., Quétiér F., Gaucherand S., Choler P., 2004 - Apports des traits fonctionnels végétaux pour l'évaluation écologique des trajectoires de gestion en milieux prairiaux - *Fourrages* 178 :179-191.
- Lawton J.H., 1989 - Biological control of plants - *Proceedings Int. Conf.*, Rotorua New Zealand, July 1989 - FRI Bulletin 155, Ministry of Forest.
- Le Floc'h E., 1982 - Introduction à la méthode phyto-écologique - *in* : "Méthodes d'enquêtes en milieu rural." ; IRFAC, Fascicule 3, volume 1. Montpellier, CNRS-CEPE / IRFAC, p. 31-57.
- Le Gallou F., Bouchon-Meunier B., 1992 (Coord.) - Systémique : théorie & applications – GESTA, Ed. Lavoisier, Coll. Tech. & Doc., 342 p.
- Le Moigne J.L., 1985 - La théorie du système général – Ed. Presses Universitaires de France (PUF) ; 2^{ème} éd. mise à jour (juillet 1985), Coll. Systèmes-décisions, 320 p.
- Le Moigne J.L., 1990 - La modélisation des systèmes complexes - Paris, Bordas, AFCET Systèmes, 178 p.
- Le Moigne J.L., 1994 - La théorie du système général : Théorie de la modélisation – 4^{ème} Ed. PUF, 352 p.
- Le Moigne J.L., 1998 - Représenter et Raisonner Les Comportements Socio-Économiques - *In*: Psychologie économique, théorie et applications, de C.Roland-Lévy et Ph.Adair, eds. Editions Economica, Paris, pp.317-337.
- Le Roux Y., 1994 - L'habitation guyanaise sous l'ancien régime étude de la culture matérielle - Thèse de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales. Paris, 864 p.
- Lebreton J.D., Sabatier R., Banco G. & Bacou A.M. 1991 - Principal component and correspondence analyses with respect to instrumental variable: an overview of their role in studies of structure-activity and species-environment relationships - *In*: Devillers J. & Karcher W. *Applied Multivariate Analysis in SAR and Environmental Studies*, Kluwer Academic Publishers, pp. 85-114.
- Lebreton J.D., Chessel D., Prodon R. & Yoccoz N. 1988a - analyse des relations espèces-milieu par l'analyse canonique des correspondances. I. Variables de milieu quantitatives. *Acta Œcologica, Œcologica Generalis*, 9, 53-67.
- Lebreton J.D., Richardot-Coulet M., Chessel D., Yoccoz N. 1988b - Analyse des relations espèces-milieu par l'analyse canonique des correspondances. II. Variables de milieu qualitatives. *Acta Œcologica, Œcologica Generalis*, 9, 137-151.
- Leconte D., 2002 - Importance du rythme et de la hauteur de défoliation du ray-grass anglais sur la composition morphologique des repousses - *Fourrages* n° 169, 47-63.
- Lécrivain E., Lasseur J., Armand D., 2004 - Diversité des systèmes d'élevage ovin et diversité de comportements des troupeaux sur parcours : Un atout pour la gestion des milieux hétérogènes. *In*: Dubeuf J.-P. (ed.), "L'évolution des systèmes de production ovine et caprine : avenir des systèmes extensifs face aux changements de la société", CIHEAM-IAMZ, Options Méditerranéennes, n°61, 161-169.
- Ledda L., Caredda S., Porqueddu C., Sulas L., 1995 - Sward characterization and grazing value of a hilly Mediterranean natural pasture – *In*: *Sylvopastoral systems. Environmental, agricultural and economic sustainability*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. p. 143-146 (Cahiers Options Méditerranéennes ; v. 12), Réunion du Groupe de Travail Méditerranéen du Réseau Interrégional FAO/CIHEAM de Recherche et Développement sur les Pâturages et les Cultures Fourragères, 1995/05/29-1995/06/02, Avignon (France).

- Lefeuvre J.-C., 1984 - La Guyane. Présentation générale et programmes de recherche interinstituts - p 11-69 in "Prairie guyanaise et élevage bovin". Actes de la réunion interinstituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne -Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA 350 p. (les colloques de l'INRA n°24).
- Legarto J., Leclerc M.C., 2005 - Guide pour la conduite du pâturage caprin - IE, Dept Tech Elev. & Qualité, 207 p.
- Legay J.M., 1988 – Méthodes et modèles dans l'étude des systèmes complexes - In: Jollivet M. (Dir.) : « Pour une agriculture diversifiée », 336 p. : 157-169.
- Léger F.; Bellon S.; Guérin G., 2000 – Outils et méthodes pour analyser les ressources au pâturage - In : Bourbouze A. (ed.), Qarro M. (ed.) . *Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage sur parcours*. Montpellier : CIHEAM-IAMM, 2000. p. 205-215 Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires ; n°39, Réseau Parcours. 5, 1998/04/16-18, El Jadida (Morocco).
- Léger F., Meuret M., Brossard G., 2002 - La construction des références techniques pour la gestion par le pâturage d'habitats naturels protégés : modèles actuels et perspectives – In: Acte J. des 3R, 09 déc. 2002, pp. 383-389.
- Lehn J.M., 2002 - Investir dans les meilleurs cerveaux – In: dossier "évaluation de la recherche française" du n° 352 de *La Recherche* p. 66.
- Lemaire G., 1991- Productivité des peuplements prairiaux : caractérisation et diagnostics – *Fourrages* n°127, 259-252.
- Lemaire G., Gastal F., 1997 - N uptake and distribution in plant canopies - In: Lemaire G. (ed.) *Diagnosis of the N Nutrition Status in Crops*, pp. 3–44. Berlin, Germany: Springer Verlag.
- Lemaire G., 2001 - Ecophysiological of grasslands : Dynamics aspects of forage plant population in grazed swards - Proceedings of the XIX International Grassland Congress, São Pedro (Brasil), 10-21 février 2001, 29-37, Introductive paper.
- Lemaire G., Hodgson J., De Moraes A., De Carvalho F.P., Nabinger C., 2000 - Grassland ecophysiology & grazing ecology - CABI Publishing, 440 p.
- Lemery B., 1995 – Un point de vue de sociologue : La profession de conseiller agricole - *Travaux & Innovations*, n° : 16, mars 1995, 62- 67.
- Lemery B., 2003 - Organisation du développement agricole : Des « ré-agencements » nécessaires – *Travaux & Innovations*, N°100, août-sept 2003.
- Léna Ph., 1986 - Aspects de la frontière amazonienne - Orstom, *Cahiers des Sciences Humaines*, 1986, Vol. 22, Num. 3/4, p. 319-343.
- Lepart J., Escarre J., 1983 - La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique – *Bull. écologie*, 14, 3 : 133-178.
- Leplaideur A., Deepen A., 1982 - Le traitement des données d'enquêtes - Le traitement Graphique des données - Montpellier, IFARC, fascicule 3.1 volume 1 (59 p.) et volume 2, 121 p.
- Lericollais A., (éd.Sc.) 1999 - Pays Sereer : Dynamiques agraires et mobilités au Sénégal – Ed. IRD, coll. à travers champ, Paris, 668 p.
- Leroi-Gourhan, 1945 – Milieux et techniques – Ed., Albin Michel, Coll. Sciences d'aujourd'hui, 480 p.
- Lescure J.-P., Castro, A., DE, Lourd, M., 1995 – Utilisations traditionnelles des écosystèmes forestiers amazoniens leur place dans le développement durable – *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 1994, 80, n°8, 57-72, séance du 19 oct. 1994.
- Letenneur L., Matheron G., 1991 - Etude sectorielle : La filière bovine en Guyane fr. - Maisons-Alfort, IEMVT-CIRAD, ODEADOM, 126 p.
- Lévy A., 2000 - Une anthropologie sociale renouvelée : enjeux théoriques et sociaux – In : Gaulejac V. (DE), Lévy A. (Dir.), *Récits de vie et histoire sociale : Quelle historicité ?* - Paris : Eska, pp.7-10.
- Lévy A., 2005 - De l'histoire à l'actualité de la psychosociologie – Sc. de l'Homme et Sociétés, n° 79, pp. 12-16
- Lhoste Ph., 1984 – Le diagnostic sur le système d'élevage – Les Cahiers de la Recherche/Développement, 3-4 : 84-88.
- Lhoste Ph., Dollé V., Rousseau J., Soltner D., 1993 - Zootechnie des régions chaudes: les systèmes d'élevage - Ministère de la coopération, coll. manuels et précis d'élevage, Cirad, 288 p.
- Ligos S.; Sitzia M.; Fois N.; Decandia M.; Molle G.; Casu S.; Roggero P.P. 2002 - Effet de la disponibilité en herbe et de la structure du couvert herbacé sur l'ingestion et la production de brebis au pâturage - In: Barillet F. (ed.), Bocquier F. (ed.). *Nutrition, alimentation et élevage des brebis laitières. Maîtrise de facteurs de production pour réduire les coûts et améliorer la qualité des produits*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2002. p. 73-84 : 2 graphs. 8 tables. 10 ref. Summaries (En, Fr). Options Méditerranéennes n° 42.
- Limaux F., Meynard J. M., 1992 - La désintensification d'ores et déjà rentable - *Aménagement et nature*, 105, 16-19.
- Liu M., 1997 - Fondement de la recherche-action - Paris : L'Harmattan, 351p.
- Lodge G.M., McCormick I.H., Harden S., 2002 – Grazing studies of a *Hyparrhenia hirta* (Coolatai grass) pasture in northern New South Wales – *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45, 1603-1611.
- Loiseau P., 1981 – Un puissant outils d'amélioration des parcours : le pacage nocturne - *Agronomie* n°3, 375-385.
- Loiseau P., 1988 – Signification et limite de l'indice de valeur pastorale pour le diagnostic de la valeur agricole des pâturages en moyenne montagne humide – *Coll. Phytosociologiques, Phytosociologie et pastoralisme*, Paris 14, 411-428.
- Loiseau P., 1990 – Le concept de système de culture en prairie permanente : Intervention du mode d'exploitation. In: Combe, Picard (Eds), *Un point sur... les systèmes de culture*, INRA, 127-150.
- Loiseau P., Béchet, G., 1975 – Implications agronomiques de la sélection alimentaire exercée par les ovins sur les constituants d'un végétation pâturée – *Ann. Agron.* n°3, 289-307.
- Loiseau P., de Montard, F.-X., 1998 – L'aménagement durable des landes pastorales montagnardes : mythe ou réalité ? I. La lande de callune, *Calluna vulgaris* (L.) Hull / II. La lande à genêt, *Cystisus scoparius* (L.) Link. - Contributions aux *Journées internationales de la recherche pour la gestion des territoires ruraux sensibles*, Clermont-Fd, 27-28 avril (1998), *Elevage – Espace et Environnement. Annales de Zootechnie*, 47 (5-6).

- Loiseau P., Jauneau A., Ricou G., 1984 - Etudes sur le recyclage dans l'écosystème prairial : Influence de la conduite du pâturage sur l'activité biologique des pelouses montagnardes - *Acta oecol., Oecol. appl.*, 5 : 23-41.
- Loiseau P., Louault F., L'Homme G., 1998 - Gestion des écosystèmes pâturés en situations extensives : apports de l'écologie fonctionnelle et perspectives de recherches appliquées en moyenne montagne humide - *Annales de zootechnie* – V. 47 – N° : 5/6 - pp: 395-406.
- Loiseau P., Merle, G., 1979 – Influence du mode d'exploitation traditionnel sur l'état des parcours dans la région des Dômes – *Fourrages* 79 : 37-56.
- Loiseau P., Merle, G., 1981 – Production et évolution des landes à callune dans la région des Dômes – *Acta Oecol., Oecol. Appl* 2(4) 283-298.
- Lonsdale W.M. 1992 - The biology of *Mimosa pigra* - In: A guide to the management of *Mimosa pigra*. K. L. S. Harley (ed.) CSIRO, 8-32.
- Lonsdale W.M., 1993 - Rates of spread of an invading species – *Mimosa pigra* in northern Australia - *Journal of Ecology* 81, 513–521.
- López E., (Ed.), 2006 - Réseau International de Développement Economique Local et Communautaire - *CIED. Pérou* Vol.1 N°7.
- Louault F., Carrère P., Soussana J.F., 1997 - Grass and clover herbage use efficiencies in mixtures continuously grazed by sheep - *Grass and Forage Science*, 52, p. 388-400.
- Louault F., 2006 – L'observatoire de recherche en environnement sur les prairies : Un outil pour comprendre le futur en environnement – Ppt de 17 d. pour les Journées portes ouvertes 10-11 juin 2006 INRA Unité d'Agronomie, site de Crouël, à Clermont-Ferrand.
- Louda S., Masters R.A., 1993 - Biological control of weeds in Great Plains rangelands - *Great Plains Res.* 3: 215-247.
- Louhichia K., Alary V., Grimaud P., 2004 - dynamic model to analyse the bio-technical and socio-economic interactions in dairy farming systems on the Réunion Island - *Anim. Res.* 53 (2004) 363-382.
- Lourd M., 1993 – Os principais patogenos das plantas cultivadas na ilhas do Careiro – *Amazoniana*, XII, 565-576.
- Lowrance D.L., Leonard R.A., Asmuen L.E., Todd R.L., 1985 - Nutrient budgets for agricultural watersheds in the southeastern coastal plain - *Ecology* 66 (1) 287-296
- Loyce C., et Wery J., 2006 - Les outils des agronomes pour l'évaluation et la conception de systèmes de culture - In: Doré T., Le Bail M., Martin P., Ney B., Roger-Estrade J., 2006 L'agronomie aujourd'hui - Ed. Quae, 77-94.
- Lucas D., « Pour une pédagogie de l'être », Le Portique, Cahier (2) 2004. URL (Déc. 2008) : <http://leportique.revues.org/document483.html#tocto2>
- Ludovino R.M.R., 2002 - Evolução e viabilidade dos sistemas de agricultura familiar na região Bragantina – Pará – Brasil - Thèse de doctorat. Lisbonne : Institut supérieur d'agronomie, 2002 ; 284 p.
- Luizao F.-J., Luizao, R., Chauvel, A., 1992 – Premiers résultats sur la dynamique des biomasses racinaires et microbiennes dans un latosol d'Amazôie centrale (Brésil) sous forêt sous pâturage – *Cah. ORSTOM, ser. Pédol.*, Vol. XXVII, N° 1, 69-79.
- Mace G., Pétry F., 2000 - Guide d'élaboration d'un projet de recherche - Québec, Presses de l'Université Laval, 134 p.
- MacDonald D., Crabtree J.R., Wiesinger G., Dax T., Stamou N., Fleury P., Gutierrez Lazpita J., Gibon A., 2000 - agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response - *Journal of Environmental Management*, Volume 59, Number 1, May 2000 , pp. 47-69(23).
- MacMahon J.A., 1980 – Ecosystems over time: succession and other types of changes – In: R.H. Waring (ed.), Fresh perspective from ecosystem analysis. *Proceedings 40th Ann. Biol. Coll.* 27-58.
- MacMahon J.A., 1981 – Successional processes: Comparisons among biomes with special reference to probable roles of and influences on animals. In: D.C. West, H.H. Shugart, D.B. Botkin, (Eds) *Forest succession: concept and application*. Springer-Verlag, 277-304.
- Magda D., 1998 – Effects of extensification on invasive population of *Chaerophyllum aureum* in grassland – *J. Veg.* 409-416. *Sci.*
- Magda D., Duru M., Huguenin J., Gleizes B., 2001 - Impact de la structure des couverts prairiaux sur la dynamique de populations d'une espèce indésirable (*Mimosa pudica*) des prairies semées guyanaises - Compte rendu d'étape du projet INRA/CIRAD *Mimosa pudica*, Equipe Orphée/Inra SAD et EA – dept EMVT du Cirad, 12 p.
- Magda D., Duru M., Huguenin J., Gleizes B., 2006 - Impact of shading and cutting on the demography and composition of *Mimosa pudica* L., a ligneous weed species of tropical grasslands - *Grass and Forage Science*, 61, 89–96.
- Magda D., Duru M., Theau J.P., 2004 - Defining management rules for grasslands using weed demographic characteristics - *Weed Science*, Volume: 52, Issue: 3, pp. 339-345.
- Magda D., Gonnet J.F., 2001 - Consequences of less intensive farming on the landscape: an example of vegetation dominance by *Chaerophyllum aureum* in the meadows of a Pyrenean valley in France - *Journal Landscape Ecology* V 16, N 6, pp. 491-500.
- Magda D., Meuret M., Hazard L., Agreil C., 2001 - Répondre à une politique de conservation de la biodiversité : Le pâturage des brebis pour la maîtrise des landes à genêts – INRA-SAD, *Façade* n° 12, 4 p.
- Maillet J., 2001 - Mécanismes et conséquences de l'invasion de *Senecio inaequidens* en région méditerranéenne - Rap. final, Programme de recherche « INVASIONS BIOLOGIQUES » ; Ministère de l'aménagement du territoire, et de l'environnement, Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale, ISEM Univ. Mtp2, Univ. Barcelona, ENSAM labo. Méditerranéen de Sociologie du CNRS, 46 p.
- Malézieux E., Trébuil M., Jaeger M., 2001 - Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision - Quae, 448 p.
- Malfague M., 2004 - Sciences du développement et analyse systémique - *Bulletin de l'ANSD*, V.5, Université du Québec à Chicoutimi, 35 p.
- Malleret D., Vergriette, B., 1996 - Croissance des rendements et recherche agricole - Solagral – In actes : Politiques de sécurité alimentaire Prospectives à long terme Commission Européenne (DG VIII) / Solagral / Bruxelles – séminaire 01-03 avril (1996).
- Mam-Lam-Fouck S., 1992 - Histoire de la Guyane contemporaine 1940-1982 ; Les mutations économiques, sociales et politiques - Paris, éd. Caribéennes, 447 p.

- Mam-Lam-Fouck S., 1996 - Histoire générale de la Guyane française - Les grands problèmes guyanais: permanence et évolution - Cayenne, éd. Ibis Rouge, Presses Universitaires Créoles Caribéennes, 263 p.
- Mandret G., Blanfort V., 2000 - L'élevage bovin à la Réunion: Synthèse de quinze ans de recherche -Ed. Quae, 350 p.
- Manin R., 1997 - Grassland: The History, Biology, Politics and Promise of the American Prairie – Edition: Paperback, 320 p.
- Mannetje L.'t, Richard M.J. (eds), 2001 - Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research - CABI Publ., 447 p.
- Mansat P., 1973 - Note pour les mélanges de graminées pour les prairies - *Fourrages* n°: 55 septembre 1973, p. 3-14.
- Manske L., 1998 - Biological Effects of Defoliation on Grass Plants - North Dakota State Univ., Dickinson Research Extension Center, Dickinson, ND. URL (Déc. 2008) : <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/dickinso/research/1998/range98b.htm>
- Manske L., 2000 - Management of Prairie in the Northern Great Plains Based on Biological Requirements of the Plants - North Dakota State University, Dickinson Research Extension Center, Range Science, Report DREC 00-1028, Dickinson, ND, 12 p.
- Marius C., 1965 - Les sols de la savane Matiti - Cayenne, ORSTOM, 20 p.
- Marius C., 1968 - Carte pédologique de Guyane - Cayenne ; Notice explicative n° 37" ORSTOM, 60 p.
- Marius C., Turenne J.-F., 1968 - Problèmes de classification et de caractérisation des sols formés sur alluvions marines récentes dans les Guyanes - *Cah. ORSTOM, sér Pédol.*, vol VI, n° 2, 1968, p. 151-201.
- Marmion J.F., Molénat X., 2008 – Manipulé parce que je le veux bien – *Sc. Hum.*, n°197, 35-38.
- Marriott C.-A., Bolton, G.-R., Common, T.-G., Small, J.-L., Bartham, G.-T., 1996 - Effects of extensification of sheep grazing systems on animal production and species composition of the sward – *Grassland and Land Use Systems*, 16th EGF Meeting, 505-509.
- Marriott C.-A., Carrère, P., 1998 – Structure and dynamics of grazed vegetation - *Ann. Zootech.* 47, 359-369.
- Marriott C.-A., Hudson, G., Hamilton, D., Neilson, R., Boag, B., Handley, L.-L., Wishart, J., Scrimgeour C.-M., Robinson, D., 1997 – Spatial variability of total C and D and their stable isotopes in an upland Scottish grassland – *Plant Soil* 196, 151-162.
- Martin H., 2000 - Classes des modes d'action des herbicides - Fiche technique, Min. Agri. Ontario. URL (Déc. 2008) : <http://www.omafr.gov.on.ca/french/crops/facts/00-062.htm>
- Martin T.G., Campbell S., Grounds S., 2006 - Weeds of Australian rangelands - *The Rangeland Journal* 28(1) p. 3–26.
- Masson P., 1999 - Effet du pâturage sur le contrôle de la strate arbustive sous suberaie : analyse du territoire de 4 élevages dans les Pyrénées méditerranéennes (France) – In : Gibon J. (ed.), Lasseur J. (ed.), Manrique E. (ed.), Masson P. (ed.), Pluvinaige J. (ed.), Revilla R. (ed.) . Systèmes d'élevage et gestion de l'espace en montagnes et collines méditerranéennes, regions Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, pp. 165-172 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches ; n. 27).
- Masson P., Gintzburger G., 2000 - Les légumineuses fourragères dans le systèmes de production méditerranéens : utilisations alternatives - In : Sulas L. (ed.). Légumineuses pour cultures fourragères, pâturages et autres usages en région méditerranéenne. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000, p. 395-406. (*CahOptions Méd*; v. 45), 10. Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 2000/04/04-09, Sassari (Italy).
- Masson P., Bernier Y., Anthelme B., 1999 - Interest of the subterranean clover-perennial grass association under sub-humid Mediterranean conditions – In : Etienne M. (ed.), Dynamique et durabilité des systèmes pastoraux méditerranéens. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 1999. pp. 55-58, Cahiers Options Méditerranéennes V. 39, 9; Meeting of the Mediterranean Sub-Network of the FAO-CIHEAM Inter-Regional Cooperative Research and Development Network on Pastures and Fodder Crops, 1997/11/26-29, Badajoz (Spain).
- Mathieu A., 2004 Conceptions des agriculteurs et modèles agronomiques / Le pâturage des vaches laitières dans le Jura - *Natures Sciences Sociétés* 12, 387–399 (2004).
- Mathieu M., Aumont G., Michaux Y., Alexandre G., Boval M., Thériez M., 1997 – L'association d'ovins et de bovins sur prairies irriguées en Martinique – *INRA Prod. Anim.*, 1997, 10 (1), 55-65.
- Mattos de J.L.S., Gomide J.A., Huaman C.A.M., 2005 - Crescimento de Espécies do Gênero Brachiaria sob Alagamento em Casa de vegetação - *R. Bras. Zootec.*, V.34 n°3, p.765-773.
- Mayeux H.S., Crane R.A., 1983 - The brush roller: an experimental herbicide applicator with potential for range weeds and brush control - *Rangelands. April* 1983. 5(2):53-56.
- Maynard B.K. and Bassuk N.L., 1996 - Effects of stock plant etiolation, shading, banding, and shoot development on histology and cutting propagation of *Carpinus betulus* L. fastigiata - *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121, 853–860.
- Mayne C.S., Wright I.A., Fisher G.E.J., 2000 - Grassland management under grazing and animal response - In: Hopkins, A. ed. Grass: its production and utilization. 3rd ed. Blackwell Science, Oxford, 247-291.
- McCorkle C.M. (ed.), 1989 - The Social Sciences in International Agricultural Research: Lessons from the CRSPs - Lynne Rienner Pub., 266 p.
- McCown, R.L., 2001 - Learning to bridge the gap between science-based decision support and the practice of farming: evolution in paradigms of model-based research and intervention from design to dialogue - *Aust. J. agric. Res.* 52, 549-571.
- McKeon G. M., Day K. A., Howden S. M., Mott J. J., Orr D. M., Scattini W. J., Weston E. J., 1990 - Northern Australian Savannas: Management for Pastoral Production - *Journal of Biogeography*, Vol. 17, No. 4/5, Savanna Ecology and Management: Australian Perspectives and Intercontinental Comparisons (Jul. - Sep., 1990), 355-372.
- McIntre S., Lavorel S., 2006 - A conceptual model of land use effects on the structure function of herbaceous vegetation - *Agriculture, ecosystems & environment*, V.119, 1-2, 11-21.

- Mclvor J.G. 2005 - Australian grasslands - In: J.M. Suttie, S.G. Reynolds and C. Batello - Grasslands of the world - FAO Plant Production and Protection n° 34, 538 p.
- Medina E., 1981 - Ecosystème pâturés tropicaux du Venezuela - Les recherches nécessaires et les priorités - pp. 646-649 In: Koechlin J., Legris P., Bunting A.H., Firth D.R., Rodier J., Wild A., Menaut J.C., Lamotte M., Barbault R., Lavelle P., Thiollay J.M., Weiner J.S., Wheeler E., Bonte P., Bourgeot A., Skerman P.J., Riveros F., Seifer H.SH., Reid N.R., Griffiths R.B., 1968-1981- Ecosystèmes pâturés tropicaux - Recherches sur les ressources naturelles XVI, Rapport sur l'état des connaissances préparé par l'Unesco, le PNUE et la FAO ; UNESCO, 675 p.
- Medina E., Sarmiento G., 1981 - Ecosystème pâturés tropicaux du Venezuela - Etudes ecophysiologiques dans les savanes à Trachypogon (llanos du centre) - pp. 631-639 In: Koechlin J., Legris P., Bunting A.H., Firth D.R., Rodier J., Wild A., Menaut J.C., Lamotte M., Barbault R., Lavelle P., Thiollay J.M., Weiner J.S., Wheeler E., Bonte P., Bourgeot A., Skerman P.J., Riveros F., Seifer H.SH., Reid N.R., Griffiths R.B., 1981- Ecosystèmes pâturés tropicaux - Recherches sur les ressources naturelles XVI, Rapport sur l'état des connaissances préparé par l'Unesco, le PNUE et la FAO ; UNESCO, 675 p.
- Meirieu Ph. 2007 - Eléments généraux sur le statut de la "recherche impliquée" et ses principes - In : Textes du patrimoine pédagogique".
- Meuret M., 1993 - Piloter l'ingestion au pâturage - In : « Pratiques d'élevage extensif - Identifier, modéliser, évaluer », Ed. INRA, Coll. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, n° 27, p. 161-198.
- Meuret M., 1997 - Préhensibilité des aliments chez les petits ruminants sur parcours en landes et sous-bois - *INRA Prod. Anim.*, 10 (5), 391-401
- Meuret M. 2006 - Les pratiques pastorales entre temps court de l'alimentation des troupeaux et temps long des ressources et des milieux - Conférence « Actualité et modernité du pastoralisme », Académie d'Agriculture de France Séance du 31 mai 2006, 17 p.
- Meuret M., Bellon S., Guérin G., Hanus G., 1995 - Faire pâturer sur parcours - *Renc. Rech. Rumin.*, 2, 27-36.
- Meuret M., Dumont B., 2000 - Advances in modelling animal-vegetation interactions and their use in guiding grazing management - In V Int. Symp. on Livestock Farming Systems. Integrating animal science advances into the search for sustainability, Posieux (Suisse), EEAP Pub. 97, Wageningen Pers, 57-72.
- Meynard J.M., 1985 - Construction d'itinéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver - Thèse docteur ingénieur INA PG, 297 p.
- Meynard J. M., 1991 - Pesticides et itinéraires techniques - In : « Phytosanitaires, protection des plantes, biopesticides », P. Bye, C. Descoins, A. Deshayes Eds, INRA, Paris, 85-100.
- Meynard J. M., Dupraz P., Dron D., 2002 - Grande culture - In : « Agriculture, territoire, et environnement dans les politiques européennes », INRA, 65-88.
- Milchunas D.G., Sala O.E., Lauenroth W.K., 1988 - A Generalized Model of the Effects of Grazing by Large Herbivores on Grassland Community Structure - *The American Naturalist*, Vol. 132, No. 1 (Jul., 1988), pp. 87-106.
- Meirieu P., 2007 - Eléments généraux sur le statut de la "recherche impliquée" et ses principes - In : Textes du patrimoine pédagogique".
- Milleville P., 1987 - Recherches sur les pratiques des agriculteurs - Sémin. CGIAR sur les systèmes agraires (Montpellier, 18-22 mai 1987), 7p.
- Milleville P., 1995 - Confrontation savoirs de paysans / savoirs de chercheurs - In: Pichot J.-P., Sibelet N. : Chemins de traverse : Confrontation de paysans - Savoirs de chercheurs, pp. 564-565.
- Milleville P., 2007 - Une agronomie à l'oeuvre: Pratiques paysannes dans les campagnes du Sud - Ed. Quae, 252 p.
- Milleville P., Combes I., Marchal J.Y., 1982 - *Systèmes d'élevage sahéliens de l'Oudalan. Etude de cas. Ouagadougou*, ORSTOM, 127 pp. + ann. Version revue et corrigée In : J. Claude, M. Grouzis, P. Milleville, 1991 : *Un espace sahélien. La mare d'Oursi (Burkina Faso)*. Paris, ORSTOM, 241 p.
- Milne J., Sibbald A., 1998 - Modelling of grazing systems at the farm level - *Ann. Zootech.* (1998) 47, 407-417.
- Mintzberg H., 1987. The strategy concept: Five Ps for strategy, another look at why organizations need strategies - *Calif. Manage. Rev.*, Fall 1987: 11-32.
- Misika B., 1998 - Brûlages dirigés - Association Française du Pastoralisme (AFP), Ed. Editions de la Cardère, 121 p.
- Miska B., Ivnes, C., 1999 - Organisation des services pastoraux en France - *Rapport de l'AFP*, 49 p.
- Mitchell J.C., 1983 - Case and situation analysis - *The Sociological Review*, 31 (2): 187-211.
- Michell P., Large R.V., 1983 - The estimation of herbage mass of perennial ryegrass swards: a comparative evaluation of a rising-plate meter and a single-probe capacitance meter calibrated at and above ground level - *Grass and Forage Science*, V.38, I.4, 295-299.
- Mitchell R.K., Agle B.R., Wood D.J., 1997 - Toward a theory of stakeholder identification and salience: Defining the Principle of Who or What Really Counts. *Academy of Management Review*, 22(4): 853-886.
- Mitja D., De Robert P., 2004 - Des agriculteurs innovateurs : une nouvelle graminée dans les pâturages de Santa Maria (Amazonie brésilienne) - *Natures Sciences Sociétés* 12, 285-298.
- Mitja D., Leal Filho N., Topall O., 1998 - Pour une réhabilitation des pâturages Amazoniens dégradés : l'exemple d'*Andropogon gayanus* Kunth (Marabá, Pará, Brésil). *R. d'Ecologie: la Terre et la Vie*, Paris, v. 53, p. 39-57, 1998.
- Molenat G., Foulquie D., Autran P., Bouix J., Hubert D., Jacquin M., Bocquier F., Bibbe B., 2005 - Pour un élevage ovien allaitant performant et durable sur parcours : un système expérimental sur le Causse du Larzac - *INRA Prod. Anim.*, 2005, 18 (5), 323-338.
- Molenat G., Lapeyronies P., Vincebt M., Gouy J., 1993 - Variation de l'état corporel en système d'élevage méditerranéen transhumant - In : « Pratiques d'élevage extensif - Identifier, modéliser, évaluer », Landais E., Balent G., (Ed. Sc.), INRA, Coll. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, n° 27, p. 123-136.

- Molles M. C. Jr. 1999 - Chapitre 2: Life on land. *In: Ecology: Concepts and Applications*. Mc Graw-Hill. Toronto. Canada. 640 p.
- Monnier Y., 1968 - Les effets des feux de brousse sur une savane pré-forestière de Côte d'Ivoire. IX Etudes Ebournéennes, Min. Educ. Nat. Côte d'Ivoire, 260 p.
- Moor D., Smith G., 2003 - Weed Management Guide - *Parthenium weed (Parthenium hysterophorus)* - CRC for Australian Weed Management and the Commonwealth Department of the Environment, 6 p.
- Morin E., 1981 - La méthode, tome 1 – Ed. Seuil, Coll. Points essais, 399 p.
- Morin E., 1990 - Articuler les disciplines - *In: Carrefour des sciences, Actes du colloque du Comité du national de la recherche scientifique Interdisciplinarité*, 12-02-1990, Paris, CNRS.
- Morin E., 2000 - L'intelligence de la complexité – Ed. L'Harmattan, 332 p.
- Moulin Ch., Girard N., Dedieu B., 2001 – L'apport de l'analyse fonctionnelle des systèmes d'alimentation – *Fourrages* n°167 : 337-363.
- Myers B., Allan G., Bradstock R., Dias L., Duff G., Jacklyn P., Landsberg J., Morrison J., Russell-Smith J., Williams R., 2004 - Fire Management in the Rangelands - Tropical Savannas Management CRC, Darwin, 101 p.
- Nascimento Junior D., Queiroz D.S., Santos M.V.F., 1994 – Degradação das pastagens e critérios para avaliação – *In: Peixoto A.M., Moura J.C., Faria V.P. (eds), Simposio sobre manejo de pastagens*, 11, Piracicaba, Anais, FEALQ, 235 p.
- Naves N., Xandé A., Kapfer O., Vallée F., 1987 - Mode de conduite de troupeaux bovins créoles au pâturage et performances zootechniques - p. 191-211 *in* actes du 1^{er} Symposium sur "L'alimentation des ruminants en milieu tropical". Pointe-à-Pitre, 2-6 juin 1987, INRA, 535 p.
- Neill C., Cerri C.C., Melillo J.M., Feigl B.J., Stendler P.A., Moraes J.F.L., Piccolo, M.C. 1998 - Stocks and dynamics of soil carbon following deforestation for pasture in Rondônia - pp 9–28 *in: Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B.A. (eds.) Soil processes and the carbon cycle. Adv. In Soil Science*, 1. CRC Press.
- Neubert M-G., Caswell H., 1997 – Alternatives to resilience for measuring the responses of ecological systems to perturbations – *Ecology* 78, 653-665.
- Newell A., Simon H. A., 1972 - Human problem solving - Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Newman Y. C., Sollenberger L.E., Fox A.M. Chambliss C.G., 2003 - Pasture management; Canopy Height Effects on Vaseygrass and Bermudagrass Spread in Limpograss Pastures - *Agron. J.* 95: 390–394
- Nösberger J., Messerli M., Carlen C., 1998 - Biodiversity in grassland - *Ann. zootech.*, 1998, vol. 47, n° 5-6, pp. 383-393.
- Noy-Meir I., Van Der Maarel E., 1987 – Relations between community theory and community analysis in vegetation science: some historical perspective – *Vegetation*, 69: 5-15.
- Nunes G.S., 2001 - Controle de plantas invasoras em pastagens cultivadas nos Cerrados - Embrapa, Documentos 117, 35p.
- O'Donnell C., Adkins S.W., 2005 - Management of parthenium weeds through competitive displacement with beneficial plants - *Weed Biology and Management*, Vol. 5, No. 2, 77-79.
- Olf H., Ritchie M-E., 1998 – Effects of herbivores on grassland plant diversity – *Trends Ecol. Evol.* 13, 261-265.
- Oliver de Sardan J.-P. & E. Paquot (éd.), 1990 - D'un savoir à l'autre - Ed., GRET- MCD. Coll. Focal Coop Paris, 206 p.
- Olivier de Sardan J.-P., 1995 - La politique du terrain : sur la production des données en anthropologie - *Enquête* 1, p. 71-109
- Olson B.E., Lacey J.R., 1994 - Sheep: A method for controlling rangeland weeds - *Sheep & Goat Res. J.* 10:105-112.
- Olson B.E., 1999 - Grazing and weeds - Chapter 8 *in Biology and management of noxious rangeland weeds*; Sheley R.L., Petroff J.K., (eds.), Oregon State Univ. Press. Corvallis, Oregon, 438 p.
- OMAFRA, 2000 - Pasture Improvement: Weed Control – Ontario, Ministry of agriculture food and rural affairs. URL (Déc. 2008) : <http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/pub19/3weedcon.htm>
- Oomes M-J-M., Altena H-J., 1997 – Decrease in grassland production by management of vegetation and groundwater – *In: Proc. 15th Gen. Meet EGF*, 328-331.
- Orr D.M., 1992 - Astrebla grasslands, a resilient ecosystem - Proceedings of the 7th Biennial Conference of the Australian Rangeland Society, Cobar. October 1992.
- Osty P.L., 1988 - L'exploitation agricole dans son environnement : propositions pour structurer un questionnement stratégique - *Travaux et Innovations*, 2, 15-22.
- Osty, P.L., Lardon, S., SainteMarie, Ch., 1998 - Comment analyser les transformations de l'activité productrice des agriculteurs ? Propositions à partir des systèmes techniques de production - *Étud. Rech. Syst. Agraire et Dv.*, 31, 397-413.
- Ouedraogo M., 1992 - Pérennité des prairies à *Brachiaria decumbens* Stapf à la Martinique - Mémoire de DESS, CNEARC, IEMVT-Cirad, Maisons-Alfort, 47 p.
- Owens M.K., Norton B.E., 1990 - Survival of juvenile basin big sagebrush under different grazing regimes – *J. of Range Manag.*, 43, 132–135.
- Paillotin G. (Coord.), 1993 - Recherche et innovation : le temps des réseaux. - Rapport du groupe "Recherche, technologie et compétitivité" du XI^e Plan. Paris. La Documentation Française, 160 p.
- Papy F., 2008 - Le système de culture : un concept riche de sens pour penser le futur - *Cah. Agri.* V.17, N°3, 263-269.
- Papy F., Baudry J., 2001 – Le système de culture : différents niveaux d'organisation territoriale à distinguer et articuler – Allocution / communication présentée à l'Académie d'Agriculture, 9 p.

- Papy F., Baudry J. 2005 - Le système de culture: différents niveaux d'organisation territoriale à distinguer et articuler – pp. 171-182 In : P. Prévost. (Eds). *Agronomes et Territoires* (deuxième édition des entretiens du Pradel). Editions L'Harmattan.
- Papy F., Lelièvre F., 1979 - Les pratiques de céréaliculture dans une région aride de type méditerranéen : la plaine de Ben Guérir - Essai méthodologique. *Rev. de Géographie du Maroc*. 3, 23-44.
- Paquet G., 2006 – Résilience et économie – Dossier Résilience de l'encyclopédie de l'Agora. URL (Déc. 2008) : http://agora.qc.ca/refext.nsf/Documents/Resilience--La_resilience_dans_leconomie_par_Gilles_Paquet
- Parsons A.J., 1988 - The effect of season and management on the growth of grass swards - In: Jones M.B. and Lazenby A. (eds) *The Grass Crop*, pp. 129–178. New York, USA: Chapman and Hall.
- Parson A.J., Dumont B., 2003 – Spatial heterogeneity and grazing processus – *Anim. Res.* 52, 161- 179.
- Parsons A.J., Leafé E.L., Collett B., Stiles W., 1983 - The Physiology of Grass Production Under Grazing. I. Characteristics of Leaf and Canopy Photosynthesis of Continuously-Grazed Swards - *The Journal of Applied Ecology*, Vol. 20, No. 1, pp. 117-126.
- Pauthenet Y., Tarello C., 2001- La valeur des prairies - *Rivista Ambiente*, n°15, 2001 Valle d'Aoste. URL (Déc. 2008) : http://www.regione.vda.it/territorio/ambiente/200115/2001-15_16.ASP
- Pearson C.J., Ison R.L., 1997 - *Agronomy of Grassland Systems* - Camb. U.P., 2nd Ed., 234 p.
- Peixoto A.M., Moura J.C., Faria V.P. (ed), 1994 - Simposio sobre manejo de pastagens - Piracicaba, Anais, FEALQ, 235 p.
- Perevolotsky A., Etienne M., 1999 - La gestion raisonnée des parcours du Bassin Méditerranéen : Un défi pour le XXI^e siècle – In: Etienne M. (ed.) *Dynamique et durabilité des systèmes pastoraux méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, p. 129-136.
- Perin R., Souza S.G.A. de, Wandelli E., Matos J.C. de S., Fernandes E.C.M., 1998 - Recuperação de áreas de pastagens abandonadas e/ou degradadas através de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental - In: Encontro Internacional de Pesquisadores Amazônicos em Sistemas Agroflorestais, 1998, Leticia. Anais do I Encontro Internacional de Pesquisadores Amazônicos em Sistemas Agroflorestais. Manaus, AM : Embrapa/CPAA, 1997. p. 80-93.
- Perrot C., 1990 – Typologie d'exploitation construite par agrégation autour de pôles définis à dire d'experts : Propositions méthodologique et premiers résultats obtenus en Haute-Marne – *Prod Anim* 1990 ; 3 ; 51-56.
- Perret-Clermont A.-N., 2001 - Psychologie sociale de la construction de l'espace de pensée – In : J. J. Ducret (Ed.), *Actes du colloque. Constructivisme: usages et perspectives en éducation* (Vol. I, pp. 65-82). Genève: Département de l'Instruction Publique: Service de la recherche en éducation.
- Pervanchon F., 2004 - Modélisation de l'effet des pratiques agricoles sur la diversité végétale et la valeur agronomique des prairies permanentes en vue de l'élaboration d'indicateurs agri-environnementaux – Thèse de l'institut Polytechnique de Lorraine, 383 p.
- Peterson D.L., Parker V.T., 1998 - *Ecological scale: theory and applications / Complexity in ecological systems* - New-York, Columbia University Presss, 615 p.
- Petit M., 1971 - Recherche sur les obstacles au progrès fourragers - *Fourrages* n°: 47, septembre 1971, p 163-187.
- Petit M., 1975 - Evolution de l'agriculture et caractère familial des exploitations agricoles – *Eco. Rurale*, N°106, p.45-55.
- Petit M., Pavé A., Grozon A., 2005 - La recherche agronomique française pour le développement et le groupe consultatif pour la recherche internationale (GCRAI) – CNER, 152 p.
- Peyre de Fabrègues B., 1965 - The study and principle of the utilization of steppe as pasture in the Republic of Niger - In: International Grassland Congress. 9. - Zinder : IEMVT.
- Pfimplin A., 1992 – Nouveaux concepts pour l'analyse et la gestion des systèmes d'élevage et des systèmes fourragers extensifs – In : compte-rendu des Journées 1992 de l'Association Française pour la Production Fourragère, *Fourrages* hors série (192 p.), 1992, 23-31.
- Pierre J.M., Bruzon V., Toutain B., 1995 – Utilisation des forêts par l'élevage et responsabilité de l'élevage dans la desforestation – Min. Coop. fr., LEAD, FAO, USAID, Cirad-Emvt, 78 p.
- Piketty M-G., Veiga J.B. da, Pocard-Chappui, Tourrand J-F., 2002 - Le potentiel des systèmes agroforestiers sur les fronts pionniers d'Amazonie brésilienne – *Bois et Forêt des Tropiques*, 2002, N° 272 (2), 75-87
- Piketty M-G., Veiga J.B. da, Tourrand J.F., Negreiros Alve A.M, Pocard-Chapuis R., Thales M., 2005 - Interactions agriculture-environnement / Les déterminants de l'expansion de l'élevage bovin en Amazonie orientale : conséquences pour les politiques publiques - *Cahiers Agricultures*, vol. 14, n° 1, pp. 90-95, janvier-février 2005.
- Pinchak W. E., Canon S. K., Heitschmidt R. K., Dowher S.L., 1990. - Effect of long-term, year-long grazing at moderate and heavy rates of stocking on diet selection and forage intake dynamics - *Journal of Range Management*, 43(4), pp. 304-309.
- Pittroff W., Cartwright T.C., 2002 - Modeling livestock systems. I. A descriptive formalism - *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 10(3): 193-205.
- Plantureux S., Peeters A., McCracken D., 2005 - Biodiversity in intensive grasslands: effects of management, improvement and challenges - *Agronomy Research* 3(2), 153-164, 2005.
- Plantureux S., Pervanchon F., Amiaud B., Gainel C., 2004 - Production fourragère et biodiversité des prairies permanentes du massif vosgien – Poster In actes des journées de AFPP sur la : La Biodiversité des Prairies. Un patrimoine - un rôle fonctionnel le 23 mars 2004.
- Pocard-Chappuis R., 2004 – Les réseaux de la conquête. Filière bovine et structuration de l'espace sur les fronts pionniers d'Amazonie orientale brésilienne – Thèse de géographie U Paris X et Nanterre, Cirad, 451 p.

- Pochon A., 1981 (4^{ème} ré-éd., 2002) - La prairie temporaire à base de trèfle blanc. *Tous les conseils pour réussir l'implantation d'une prairie temporaire à base de trèfle blanc, bien l'exploiter et l'entretenir. Un ouvrage de référence pour passer d'un système conventionnel à un système herbager* - Editions Cedapa, Plérin, 251 p.
- Poissonet J., Godron M., Chambris F., Gauducheu E., Lambert A., 1992 - Evolution des paysages et potentialités pastorales actuelles dans la commune de Dourbies - *Ann. Parc natl. Cévennes*, vol. 5, pp. 189-222.
- Popay I. ; Field R. , 1996 - Grazing animals as weed control agents - *In* : Symposium of the Weed Science Society of America, St. Louis, Missouri , ETATS-UNIS (10/02/1994), 1996, vol. 10, n° 1, pp. 156-216 (130 ref.), pp. 217-231.
- Popper K., 1971 - La logique de la découverte scientifique – Ed. Payot, 480 p.
- Popolizio C.A., Goetz H., CHAPMAN P.L., 1994 - Short-term Response of Riparian Vegetation to 4 Grazing Treatments - *J. Range Management*, vol. 47, p. 48-53.
- Prache S., Gordon L-J., Rook A-J., 1998 – Foraging behaviour and diet selection in domestic herbivores – *Ann. Zootech.* V.47, 335-345.
- Prache S., Peyraud J.L., 1997 - Préhensibilité de l'herbe pâturée - *INRA Productions Animales*, 10, 377-390.
- Prache S., Roguet C., Petit M., 1998 - How degree of selectivity modifies foraging behaviour of dry ewes on reproductive compared to vegetative sward structure? - *Applied Animal Behaviour Science*, 57, p. 91-108.
- Pradalie L., 2002 – Landes et pelouses en région méditerranéenne, pour une gestion par le pastoralisme, Guide pratique - Agence Méditerranéenne de l'Environnement, 119 p.
- Pradalie L., Blot E., 2003 - Plantes envahissantes de la région méditerranéenne - AME-LR, ARE-PACA, 51 p.
- Preece N., 1990 - Application of fire ecology to fire management: a manager's perspective - *Proc. Ecol Soc. Aust.* 1990 16: 221-223.
- Prevost P. (Dir.), 2005 - Agronomes et territoires - Actes du colloque des entretiens du Pradel 2, Mirabel les 12 et 13 septembre 2002, Ed. L'Harmattan, 502 p.
- Primavesi A., 1999 – A agricultura en regioes tropicais - Manejo ecologico do solo – (ed.) Nobel, Sao Paulo, 549 p.
- Primavesi A., Primavesi O., 2002 - Optimising climate-soil-pasture-cattle Interactions in Brazil – *Leisa Mag.*, 12-13.
- Provendier D., Balandier P., 2008 - Compared effects of competition by grasses (Graminoids) and broom (*Cytisus scoparius*) on growth and functional traits of beech saplings (*Fagus sylvatica*) - *Ann. For. Sci.*, 65, 510.
- Pykälä J. 2007 - Maintaining plant species richness by cattle grazing: mesic semi-natural grasslands as focal habitats - *Helsingin yliopiston kasvitieteen julkaisuja Publications in Botany from the University of Helsinki* ; N:o 36, 42 p. Quimby P.C., Bruckart W.L., Deloach C.J., Lloyd Knutson, Ralphs M.H., 1991 - Biological control of rangeland weeds - *Noxious Range Weeds. 1991. Chapter 9. pp. 83-102, Published by: Westview Press, Boulder, San Francisco, & Oxford.*
- Ramia M., 1967 – Tipos de sabanas en los Llanos de Venezuela – *Bol. Soc. Ven. Cienc. Nat.*, vol. 27, n° 112, pp. 264-288.
- Ranaivoarivelo N., 2002 - Elevage bovin et exploitation d'un espace agropastoral dans le sud-ouest de Madagascar (région de Sakaraha) - IRD / Thèse de doctorat en Géographie, Université Louis Pasteur de Strasbourg : 259 p.
- Raunkiaer C., 1934 - The life forms and statistical plant geography - Clarendon, Oxford, 632 p.
- Rayburn B.R., 1997 - An Acrylic Plastic Weight Plate for Estimating Forage Yield - *Forage management*, West Virginia University. URL (Déc. 2008) : <http://www.caf.wvu.edu/~forage/pastplate.htm>
- Rejmánek M., 2000 - Invasive plants: approaches and predictions - *Austral Ecology* 25 (5), 497–506.
- Remy J., Brives H., Lémery B., 2006 – Conseiller agricole – Ed. Inra, Coll., Sciences en partage, 272 p.
- Renne I.J., Tracy B.F., 2006 - Disturbance persistence in managed grasslands: shifts in aboveground community structure and the weed seed bank – *Vegetatio*, Volume 190, Number 1, pp. 71-80(10).
- Ricou G.G., Loiseau P., 1984 – Etudes sur le recyclage dans l'écosystème prairial. 2- Coprophage et recyclage dans les pelouses montagnardes – *Acta Oecol. Appl.* 3, 155-165.
- Rippstein G., 1993 - L'utilisation des feux dans la gestion des parcours de l'Adamaoua camerounais - *In* : Gaston A. (ed.), Kernick M. (ed.), Le Houérou H.N. (ed.). Sixièmes rencontres internationales Agropolis. Résumés. Montpellier : CIRAD-EMVT. Congrès international des terres de parcours. 4, 1991-04-22-26, Montpellier, France.
- Rippstein G., Escobar G., Motta F., 2001 - Agroecología y biodiversidad de las Sabanas en los Llanos Orientales de Colombia – Ed. CIAT & CIRAD, 302 p.
- Rippstein G., Lascano C., Decaëns T., 1996 - La production fourragère dans les savanes d'Amérique du Sud intertropicale - *Fourrages* n°: 145, mars 1996, p. 33-52.
- Robert M., Antoine J., Nachtergaele F., Benites J., Brinkman R., Dudal R., Koohafkan P., 2002 - La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres - Rapport sur les ressources en sols du monde (96) - FAO. URL (Déc. 2008) : <http://www.fao.org/docrep/005/y2779f/y2779f00.htm#toc>
- Roche P., Grière L., Babre D., Calba H., Fallavier P., 1984 - Le phosphore dans les sols intertropicaux : appréciation des niveaux de carence et des besoins en phosphore - Paris, IMPHOS – GERDAT, 48 p.
- Roguet C., Dumont B., Prache S., 1998 - Sélection et utilisation des ressources fourragères par les herbivores : théories et expérimentations à l'échelle du site et de la station alimentaires - *INRA Prod. Anim.*, V 11 (4), 274-284.
- Roland M.C., 2007 - un travail hors laboratoire, hors hiérarchie – Réflexives ; <http://www.reflexives-lpr.org/reflexives.aspx?item=30>

- Röling N., 1991 - Institutional knowledge systems and farmers' knowledge; Lessons for technology development - In: "Savoirs paysans et développement" (dir. G.Dupré). Paris, ORSTOM, p. 489-510.
- Röling, N., 1996 - Towards an interactive agricultural science - *European Journal of Agricultural Education and Extension*, 2(4): 35-48.
- Röling N., 1994 - Creating human platforms to manage natural resources: First results of a research programme - In Proceedings of the International Symposium on Systems Oriented Research in Agriculture and Rural Development, Ed. Cirad, Montpellier, France, 21-25 November 1994, pp. 391-395.
- Rook A. J., Talloin J.R.B., 2003 - Grazing and pasture management for biodiversity benefit - *Anim. Res.* 52 : 181-189.
- Rook A.J., Dumont B., Isselstein J., Osoro K., WallisDeVries M.F., Parente G., Mills J., 2004 - Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures – a review - *Biological Conservation* 119 (2004) 137-150.
- Rossignol N., 2000 - Structure de végétation et pâturage : quels effets sur la production primaire et la minéralisation de l'azote du sol d'une prairie humide ? - Les VII èmes Journées d'Ecologie Fonctionnelle, Super-Besse, 8-10 mars 2005. URL (Déc. 2008) : http://www.ecologie-fonctionnelle.fr/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&qid=2&Itemid=88
- Rousset O., 1999 - Dynamique de régénération et interactions positives dans les successions végétales. Installation de *Buxus sempervirens* L. et *Quercus humilis* Miller sur les pelouses des Grands Causses gérées par le pâturage - Thèse de Doctorat de Biologie des Populations et Ecologie. Université Montpellier II, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, 260p.
- Roy R.N., Zapata F., 2004 - Utilisation des phosphates naturels pour une agriculture durable – *Bull. FAO Engrais et Nutrition Végétale* 13. URL (Déc. 2008) : <http://www.fao.org/docrep/007/y5053f/y5053f00.HTM>
- Ruela B.L., Blake R.W., Nicholson D. G., Tedeschi L.O., Pell A.N., Fernandes J.F., Valentim J.F., Carneiro J.C., 2003 - Production and economic potentials of cattle in pasture-based systems of the western Amazon region of Brazil - *J Anim Sci* 2003. 81:2923-2937.
- Ruellan A., 1997 – Pour le développement durable en Amazonie, Programmation pour l'avenir de la recherche scientifique Franco-Brésilienne - In : Théry, H. (Ed.), *Environnement et développement en Amazonie brésilienne*, 196- 200.
- Ruellan A., 2001 – Quelques difficultés du développement durable en Amazonie : une évaluation à partir de l'expérimentation de l'Amapa – Communication à la *Conferência da Amazônia* : 28-30 nov. 01 – Macapa – AP, 8 p.
- Ruellan A., F., 2002 – Sept années de développement durable en Amazonie : l'ex. de l'Amapa (Br.), CDTM – ritim en Languedoc Roussillon, 44 p.
- Ruff B., 2000 - La Guyane aujourd'hui. Ed. Jaguar, 210 p.
- Ruffaldi P., 2006 – Les principaux biomes – Université Fr. Conté, Cnrs, 5 p. Url: <http://chrono-eco.univ-fcomte.fr/Public/Cours/>
- Rykiel E.J. 1985 – Towards a definition of ecological disturbance – *Australian Journal of Ecology*, 10: 361-365.
- Ryser P., 1993 - Influences of neighbouring plants on seedling establishment in limestone grassland – *J. of Vegetation Science*, 4, 195-202.
- Sabatier R., Lebreton, J.D. & Chessel D. (1989) Principal component analysis with instrumental variables as a tool for modelling composition data. In: Coppi R. & Bolasco S., *Multway data analysis*, Elsevier Science Publishers B.V., North-Holland, pp. 341-352.
- Sachs I., 1974 - Environnement et styles de développement - *Annales, Economies, Sociétés, Civilisations*, Paris, n° 3, pp.553-570.
- Sachs I., 1980 - Stratégies de l'écodéveloppement – Ed. Ouvrières, Coll. Economie et humanisme ; 140 p.
- Sachs I., 1993 - " L'écodéveloppement " - *Alternatives économiques*, 1993, 120 p.
- Sachs I., 1993 - L'écodéveloppement. Stratégies de transition vers le XXIème siècle, Syros, Paris, 92 p.
- Sachs I., 1994 - "The Environmental Challenge" - in: *The Uncertain Quest: Science, Technology, and Development* (Ed. by J.J. Salomon, F. Sagasti, C. Sachs-Jeantet), Tokyo, United Nations University Press. URL (Déc. 2008) : <http://www.unu.edu/unupress/unupbooks/uu09ue/uu09ue0r.htm#9%20the%20environmental%20challenge>
- Sachs I., 1999 - "Vers l'éco-socio-économie ?" - *Sciences humaines*, Paris, n° 92. URL (Déc. 2008) : http://www.scienceshumaines.com/index.php?lg=fr&id_dossier_web=27&id_article=10684
- Sangakkara U.R., 2008 - A Study on the Establishment of Tropical Grasses and Legumes -*Journal of Agronomy and Crop Sc.*, V.160, I4, 235-238
- Sarrailh J.-M. (Coord. de l'ouvrage), 1990 - Mise en valeur de l'écosystème forestier guyanais - Paris, INRA, CTFT-Cirad, 273 p.
- Sauvé L., 2000 - L'éducation relative à l'environnement entre modernité et postmodernité Les propositions du développement durable et de l'avenir viable - In : A. Jarnet, Jickling, B., L. Sauvé, Arjen Wals et Priscilla Clarkin (dir.), 2000 - *the Future of Environmental Education in a Postmodern World?* Whitehorse: Canadian Journal of Environmental Education, pp. 57-71.
- Schacht W.H., Stubbendieck T., Bragg T.B., Smart A.J., Doran J.W., 1996 - Soil quality response of reestablished grasslands to mowing and burning - *Journal of Range Management*, Denver, v. 49, p. 458-463.
- Schlanger N., 1991 - Le fait technique total. La raison pratique et les raisons de la pratique dans l'œuvre de Marcel Mauss - *Terrain*, n° 16, pp. 114-130.
- Schunke R.M., 1994 - Does phosphorus supply enhance soil-N mineralization in Brazilian pastures? - *European J. Agronomy* 3(4):339-345.
- Scopel E., Douzet J.M., Silva da F-A M., Cardoso A., Moreira J.A.A., Findeling A., Bernoux M., 2005 - Impacts des systèmes de culture en semis direct avec couverture végétale (SCV) sur la dynamique de l'eau, de l'azote minéral et du carbone du sol dans les cerrados brésiliens - *Cahiers Agricultures* vol. 14, n° 1, 71-75.
- Scott P., Gibbons M., 2001 - Re-Thinking Science / Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty - Cambridge: Polity Press
- Sebillotte M., 1974- Agronomie et Agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cah. ORSTOM, s. Biol.*, 24: 3-25.

- Sebillotte M., 1977- Jachère, système de culture, système de production : méthodologie d'étude - *Journ. d'Agric. trad. Et de Bot. appliquée*, vol. XXIV, n° 2-3, 241-264.
- Sebillotte M., 1978- Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique - *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 64 906-914.
- Sebillotte M., 1989 – A propos de « mots, concepts et contenus ». Les difficultés de celui qui veut définir - *Sadoscope* n° 46, 5 – 8, INRA – SAD.
- Sebillotte M., 1993 - Analysing farming and Cropping Systems and their Effects; some Operatives Concepts - *in*: J. Brossier, L. de Bonneval, E. Landais (Eds.), *Systems studies in Agriculture and rural development*, INRA éditions, pp 273-290.
- Sebillotte M., 1996 - Culture (Système de) ; agronomie, *Encyclopédia Universalis*, 958-961.
- Sebillotte M., Soler L.G., 1990 - Les processus de décision des agriculteurs - *In*: Actes du séminaire Modélisation systémique et systèmes agraires - Décision et organisation, département de Recherche Inra/Sad, St Maximin. Paris, France, Inra/Sad, p. 93-118.
- SEBOG, 1993 - Demande D'agrément ministériel « Groupement de producteurs reconnus » - Macouria, Guyane, SEBOG (Syndicat des Eleveurs Bovins de Guyane), 73 p.
- Seguin P., 1998 - Review of factors determining legumes sod-seeding outcome during pasture renovation in North America - *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* V 2 (2), 120-127.
- Sellers B. A. , Ferrell J. A. , Mullahey J. J., Brecke B. J., 2006 - Pasture Weed Management - University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences (UF/IFAS), Url : <http://edis.ifas.ufl.edu/AG174>
- Sepanguy-Separrit, 1986 – Le Littoral guyanais – Fragilité de l'environnement – Nature Guyanaise – Congrès du 27-29 avril 1985, 237 p.
- Serrao E.A.S., Falesi I.C., Veiga J.B., Teixeira Neto J.F., 1979 – Productivity of cultivated pastures on low fertility soils of the Amazon of Brazil – *In*: Pasture production in acid soils of the tropics, Sanchez P.A., Tergas L.E., Ed. CIAT 195 – 225.
- Sevilla-Guzmán E., Martínez Alier J., 2004 - Rural Social Movements an Agroecology – pp. 472-483 *In*: Terry Marsden & Al., *The International Handbook on Rural Studies*. Sage Publications Ltd, 528 p.
- Sfez L., 1992 - Critique de la communication – Ed. Seuil, Coll. Points Essais, 520 p.
- Shelev R.L., Petroff J.K., Petroff J.K. (Ed.), 1991 - Biology and Management of Noxious Rangeland Weeds - Oregon State University Press, 438 p.
- Sheley R. L., 1995 - Integrated rangeland weed management – *Rangelands* 17 (6) 222-223
- Shiflets T.N., 1994 - Rangeland cover types of the United States - Soc. for Range Manage. Denver, CO., 152 p.
- Sibieude Ch., 1993 - Les rouages économiques de l'environnement - Ed. De l' Atelier Collection : Kiosk, 346 p.
- Souza Filho A.P.S., Alves S.M., Figueiredo F.J.C., Dutras S., 2001 – Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas : *Mimosa pudica* & *Ipomoea asarifolia* - *PLANTA DANINHA*, V 19 n° : 1, p. 23-31.
- Silva J.V. Da, 1979 – Introduction à la théorie écologique – Ed. Masson, Coll D'Ecologie 14, 112 p.
- Silvain J.F., 1984 - Le programme d'études des noctuelles nuisibles aux graminées fourragères en Guyane Française - 243-272 *in* "Prairie guyanaise et élevage bovin". Paris, INRA, 350 p. (les colloques de l'INRA n°24).
- Simon H. A., 1997 - Models of Bounded Rationality: Empirically Grounded Economic Reason - vol. 3, Massachusetts Institute of Technology Press. Publisher: The MIT Press, 479 p.
- Simon J.C., Lemaire G., 1987 - Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase - *Grass and Forage Science*, 42, 373-380.
- Simonet P., 1990 - Sheep flock management in a tropical environment under coconut - *Oleagineux*, 45, 451-456.
- Siregar M.E., Haryanto B. and Tjitrosemto S., 1990 - A review of weed management in Indonesian pastures - *BIOTROP Special Publication*, 38, 229-35.
- Singh H.P., Batish D.R., Kohli R.K., (Ed.), 2006 – Handbook of sustainable weed management - Food Products Press, 34 p.
- Sitzia M., Roggero P.P., Fois N., Molle G., 1997 – Grazing management of an Italian ryegrass sward with dairy sheep in the Mediterranean environment – *In*: XVIII Inter. Grassland Congress, Winnipeg, Manitoba, Saskatoon, Saskatchewan (Canada), 8-19 June 1997.
- Six J., Feller Ch., Deneff K., Ogle S., M., de Moraes J., C., Abrecht A., 2002 – Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage. *Agronomie* 22 (2002) 755-775; Inra, EDP Sc., DOI: 10.105/ agro: 2002043, 21 p.
- Smith M.D., Knapp A.K., 2004 - Exotic plant species in a C₄-dominated grassland: invasibility, disturbance, and community structure - *Oecologia*, V. 120, (4), pp. 605-612.
- Smith N. J.H., Serrão E.A.S., Alvim P.T., Falesi I.C., 1995 - Amazonia - Resiliency and Dynamism of the Land and its People – Unit. Nations University Press, 268 p.
- Snaydon R.-W., 1981 – The ecology of grazed pastures. *In* World Animal Science, B1: Grazing animals' - Ed. F.H.W. Morley, Elsevier, Amsterdam: 13-32.
- Soares W.V., Lobato E., Sousa D.M.G. de, Rein T.A., 2000 - Avaliação do fosfato natural para recuperação de pastagem degradada em latossolo vermelho-escuro - *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, V.35, n°4 819-825.
- Soldati F., 1986 - Initiation aux techniques d'enquêtes - Montpellier, IRAT-Cirad, 106 p.
- Sourdat M., Marius C., 1963 - Etude préliminaire des sols de la plaine côtière exondée : Macouria, Matiti, Kourou - Cayenne, Orstom, 26 p.
- Soussana J.F., Lafarge M., 1998 – Competition for resources between neighbouring species and patch scale vegetation dynamics in temperate grasslands – *Ann. Zootech.* (1998) 47, 371-382.

- Souza Fiho A.P.S., Alves S.M., Figueiredo F.J.C., Dutra S., 2001 - Seed Germination of Weeds from Cultivated Pasture Areas: *Mimosa pudica* and *Ipomoea asarifolia* - *Planta Daninha*, V. 19, n° 1: 23-31
- Sousa S.G.A. de, Wandelli E.V., Perin R., Costa J.R., Useche F.L., 2007 - Sistemas agroflorestais no contexto do processo da transição agroecológica - *Rev. Bras. de Agroecologia/out.* 2007 V.2 N°2, 1394-1397.
- Spindler F., 1984 - Le mode d'exploitation des prairies et leur part dans le bilan des ressources fourragères du troupeau - *Fourrages* n°: 100, décembre 1984, p 105-128.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., 2006 - Livestock's long shadow. Environmental issues & options - LEAD-FAO Url: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e.pdf>
- Stevoux V., 2005 - Impact de l'utilisation de plantes de couverture sur les mauvaises herbes et leur gestion en culture de riz pluvial au Nord Vietnam - Thèse de doctorat : Biologie de l'évolution et écologie, Montpellier, ENSA, Cirad, 220 p.
- Stewart K.E.J., Bourn N.A.D., Thomas J.A., 2001 - An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology - *Journal of Applied Ecology*, 38, 1148-1154.
- Stobbs T.H., 1973 - The effect of plant structure on the intake of tropical pastures – I. Variation in the bite size of grazing cattle - *Australian Journal of Agricultural Research*, 24(6) pp. 809-819.
- Strobel Michèle-Baj, 2000 - Les gens de l'or. *Mémoire des orpailleurs créoles du Maroni* – Ed. Ibis Rouge.
- Stroia C., MOREL C., JOUANY C., 2007 - Dynamics of diffusive soil phosphorus in two grassland experiments determined both in field and laboratory conditions - *Agriculture, ecosystems & environment*, 2007, vol. 119, no1-2, pp. 60-74.
- Strong M.F., 1997. - « Ranimer la flamme » - In : Écodécision; dossier Rio, cinq ans plus tard n°24, printemps, p.18-19.
- Suttie J.M., Reynolds S.G., Batello C., 2005 - Grasslands of the world - FAO dept Agr., 514 p.
- Taubira-Delannon Ch., 2001 - « L'or en Guyane : éclats et artifices » - Le rapport de la députée remis à Lionel Jospin, 36 p.
- Teissier J.-H., 1979 - Relations entre techniques et pratiques, conséquences pour la formation et la recherche - *Bulletin INRAP*, n° 38, mars.
- Teixeira O.A., 2004 - Pour une sociologie de l'interdisciplinarité L'expérience des programmes « Causses-Cévennes » et Agriculture-Environnement-Vittel - *Strates* N°11 Url: <http://strates.revues.org/document402.html>
- Theau J.P., Gibon A., 1993 - Mise au point d'une méthode pour le diagnostic des systèmes fourragers - In : « Pratiques d'élevage extensif - Identifier, modéliser, évaluer », Ed. INRA, Coll. Etud. & Rech. Sur les Systèmes Agraires et le Développement, n° 27, p. 323-350.
- Thebault A., 2004 – Etude du fonctionnement écologique des prairies et de sa contribution à la diversité des usages dont elles font l'objet - *Villar d'Arène, Hautes Alpes* – Mémoire, ENSA Renne ; Laboratoire d'Ecologie Alpine Université Grenoble 1 71 p.
- Thélier-Huché L., 1996 - Fertilisation phosphatée et potassique des prairies – In : recueil de communication de la journée technique "Bassin allaitant – Nouvel enjeu, nouveaux défis" ; Chateauroux, Indre, mardi 22 mars 1994, p.20-23.
- Thélier-Huché L., Bonischot R., Contat F., Salette J., 1996 - Incidence à long terme d'une absence prolongée de fertilisation phosphatée sur prairie permanente - *Fourrages* n° 145, p. 53-62.
- Thélier-Huché L., Salette J., Hubert F., 1996 - Diagnostic par analyse minérale du végétal application à des prairies permanentes en Pays-de-Loire - p. 168-169 in : Compte-rendu des journées 1992 de l'Association Française pour la Production Fourragère sur "L'extensification en production fourragère" ; *Fourrages* N° hors-série, 192 p.
- Théry H. (éd. scientifique), 1997 - Environnement et Développement en Amazonie Brésilienne - Poitiers, éd. Belin, 207 p.
- Théry H., 2008 - Bovins et humains au Brésil en 2007 - Confins, Imagens comentadas / Images commentées, mis en ligne le 12 mars 2008. URL : <http://confins.revues.org/document2373.html>
- Thibaudault P., 1995 - Echec de la démesure en Guyane autour de l'expédition de Kourou ou une tentative européenne de réforme des conceptions coloniales sous Choiseul - Lezay, Imp. Pairault, 504 p.
- Thiébaud F., Brau-Nogué C., Cozic P., Bornard A., Véron F., 2001 - Intérêts et limites des différents couverts fourragers et pratiques associées vis-à-vis de l'environnement. Analyse bibliographique - *Fourrages* n°168, 449-475.
- Thomas R.J., 1995 - Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems - *Plant and Soil* 174, p. 103-118.
- Thomassin M.R., 1959 - L'élevage en Guyane - Paris, BAFOG, 191 p.
- Tichit M., Havet A., Renault O., Potter T., 2004 – Gérer l'hétérogénéité des prairies à différentes échelles : une clef pour le conception de systèmes d'élevage performants sur le plan environnemental – 12 p. In : E. Chia, B. Dedieu, C.H. Moulin, M. Tichit (Eds.) "Transformation des pratiques techniques et flexibilité des systèmes d'élevage ». Séminaire INRA SAD TRAPEUR, Agro M., Montpellier, 15 – 16 mars 2004.
- Tilman D., 1997 – Community inavailability, recruitment limitation, and grassland biodiversity – *Ecology*, 78, 81-92
- Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R. & Polasky S., 2002 - Agricultural sustainability and intensive production practices - *Nature*, Vol 418, 671-677.
- Tilman D., Wedin D., Knops J., 1996 - Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. - *Nature* 379: 718-720.
- Topall O., 1995 - Dynamique des peuplement fourragers en milieu amazonien : Bilan des activités pour la préparation d'une thèse de Doctorat en agronomie - Maraba, GRET, LASAT/CAT, 5 p.

- Topall O., 1995 - L'arbre et l'herbe en zone tropicale humide. Gestion des pâturages sur une frontière agricole amazonienne : Région de Maraba – Sud de l'Etat du Para / Brésil - Maraba, GRET, LASAT/CAT. Communication au séminaire "Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides". CIRAD-Ager. Montpellier – 13 – 17 novembre 1995, 10 p.
- Topall O., 2001 - Effet de la défoliation et des caractéristiques du milieu sur la dégradation des peuplements fourragers en régions de frontière agricole amazonienne - Région de Maraba, Para, Brésil - Paris, Thèse INA-PG, INRA, Universidade Federal do Para, 221 p.
- Topall O., Veiga J.B., Toutain B., Mitja B., Chauvel A., Desjardins T., 1994 - Gestion durable des pâturages en Amazonie brésilienne. Relations entre systèmes de production et écosystème forestiers - In "Recherches-système en agriculture et développement rural." Symposium international, Montpellier, France, 21-25 novembre 1994. Cirad-Sar, Montpellier, p. 503-504.
- Tourrand J.-F., Veiga J.B., Lazrd J., Richard D., Lhoste Ph., Bertin F., 1997 - L'élevage en Amazonie - Intérêts et mise en œuvre d'une coopération Franco-Brésilienne - p. 180-195 in : "Environnement et Développement en Amazonie Brésilienne", 207 p.
- Tourte R., 1965 - Suggestions pour une politique d'application de la recherche agronomique dans les pays en voie de développement - *L'Agronomie Tropicale*, XX (11) : 1163-1176.
- Toutain B., Dulieu D., 1993 - Pâturages et parcours en Nouvelle-Calédonie. Situation et perspectives - In: Gaston A. (ed.), Kernick M. (ed.), Le Houérou H.N. (ed.). Sixièmes rencontres internationales Agropolis. Montpellier : CIRAD-EMVT, p.502-504. Congrès international des terres de parcours. 4, 1991-04-22-26, Montpellier, France.
- Tozer K.N., Chapman D.F., Quigley P.E., Dowling P.M., Cousens R.D., Kearney G.A., Richard J., 2008 - Sedcole 6 Controlling invasive annual grasses in grazed pastures: population dynamics and critical gap sizes - *Journal of Applied Ecology*, V.45 I. 4, 1152-1159.
- Trevisan N. de B., Quadros F.L.F. de, Silva A.C.F. da, Bandinelli D. G., Martins C.E.N., 2005 - Efeito da estrutura de uma pastagem hibernal sobre o comportamento de pastejo de novilhos de corte - *R. Bras. Zootec.* V.34 n°3 Viçosa May/June 2005, SciELO Br.
- Trochain J.L., 1957 – Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique de tropicale – *Bull. Inst. Et. Centrafic.*, 13-14 : 55-93.
- Trumbmore S.E., Davidson E.A., Barbosa de Camargo P., Nepstad D.D., Martinelli L.A., 1995 - Belowground cycling of carbon in forests and pastures of eastern Amazonia - *Global Biogeochemical Cycles* 9: 515–528.
- Tuffi Santos L.D., Santos I.C., Oliveira C.H., Santos M.V., Ferreira F.A., Queiroz D.S. 2004 – Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de varzea - *PLANTA DANINHA*, V 22, n° : 3 p. 343-349.
- Turenne J.-Fr., 1966 - Conservation du sol et culture par abattis - Exposé suivi d'une discussion présenté dans le cadre de la foire-exposition de Cayenne (2-9 octobre 1966), 7 p. multigr. ORSTOM.
- Turenne J.-F., 1973 - "Carte pédologique de Guyane : Mana St Laurent S-W et S-E, note explicative n° : 49" Cayenne, ORSTOM, 109 p.
- Uhl C., Nespstad D-C., Vieira I., Cardoso DA S-J-M., 1991 – Restauracao da floresta em pastagem degradadas – *Ciencia Hoje* 13 n°76 22-31.
- UNESCO, 1973 - International classification and mapping of vegetation - *Ecol. Conserv.* 6: 93 p.
- USDA, 2000 - Picloram: Herbicide Information Profile - USDA Forest Service, Pacific Northwest Region, 21 p.
- Valentine J.F., Andrade C.M.S. de, 2004 - Perspectives of grass-legume pastures for sustainable animal production in the tropics - Invited paper to be presented at the 41st Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. July 19th to 23rd 2004,
- Vallentine J.F., 1990 - Grazing Management - San Diego, California: Academic Press. 533 p.
- Vaillancourt J.G., 1992 - Le développement durable ou le "compromis" de la Commission Brundtland - In : Collectif. *L'avenir d'un monde fini, Cahiers de la Recherche Éthique*. Montréal: Fides, p. 17-44.
- Van Andel J., Van den Bergh J.P., 1987 - Disturbance in grasslands. Outline of the theme. In: *Disturbance in grasslands*, van Andel J., Bakker, J.P. et Snaydon, R.W. (éds). Dr Junk Plublishers, Dordrecht, pp. 3-1 3.
- Van der Maarel E., 1993 - Some remarks on disturbance and its relations to diversity and stability - *Journal of Vegetation Sc.* 4: 733-736.
- Van der Maarel, E., 1996 – Vegetation dynamics and dynamics vegetation science – *Acta Bot. Neerl.*, 421-442.
- Van Der Wal R., Egas M., Van Der Veen A., Bakker J., 2000 - Effects of resource competition and herbivory on plant performance along a natural productivity gradient - *Journal of Ecology*, V. 88, N° 2, pp. 317-330.
- Van Dyne, G-M., 1970 – A systems approach to grasslands – In: Norman, M-J-T., (Ed.), *Proc. XI International Grassland Congress*, Surfers Paradise, Queensland, Australia, A 131-A143.
- Varlet-Grancher C., Bonhomme R., Chartie M. and Artis L., 1982 - Efficiency of solar energy conversion by a plant canopy (in French, with English abstract) - *Acta Oecologica Plantarum*, 3, 3–26.
- Vayssieres J., Lecomte P., Guerrin F. Nidumolu U.B., 2007 - Modelling farmers' action: decision rules capture methodology and formalisation structure: a case of biomass flow operations in dairy farms of a tropical island - *Animal* (2007), 1: 716-733.
- Veiga J.B., 1993 – Reabilitacao de areras degradadas – In : Simposio sobre manejo de floresta nativas, vegetacao secundaria, e areas degradadas Amazonia, *Anais, Belém, EMBRAPA-CPATU*, 26 p.
- Veiga J.B., 1995 – Reabilitacao de pastagens degradadas - Ana's Simposio International : *Manejo e reabilitacao de aeras degradadas e florestas secundarias na Amazonia* – Santarem, 18-22 abril 1993, 191-200.
- Veiga J.B. da, Tourrand J.-F., 2001 - Pastagens cultivadas na Amazônia Brasileira : situação atual e perspectivas - Doc. 83. Embrapa-Cpatu.
- Veiga J.B., Tourrand, J-F., Quanz, D., 1995 - A pecuaria na fronteira agricola da Amazônia, o caso do municipio de Uruara-Pa na Transamazonica – *Bol. Pesq. Da EMBRAPA, Belém, EMBRAPA-CPATU*, 57 p.
- Verhelst T., 1997 - Réfléter comme un miroir – globenet - Réseau Culture, FPH, 3 p.

- Vermersch P. 1994 - L'entretien d'explicitation en formation initiale et en formation continue - Paris, Ed.: ESF, 221 p.
- Verspieren M.-R., 2000 - Recherche-action de type stratégique et science(s) de l'éducation - Ed. L'Harmattan, 396 p.
- Vertès F., Simon J.-C., 1992 - Extensification, quel rôle pour le trèfle blanc ? - In : compte-rendu des journées 1992 de l'AFPF, "L'extensification en production fourragère", p.102-103.
- Viaux Ph., 1995 - Les systèmes intégrés, approche agronomique du développement durable - *Aménagement et nature* n° 117, p.31-44.
- Viaux Ph., 1997 - Les systèmes de production intégrés - *Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 4(6), 430-441.
- Viaux Ph., 1999 - Une troisième voie en grande culture - Éd. Agridécisions, Paris, 211 p.
- Vie J.C., Richard-Hansen C., Fournier-Chambrillon C., 2001 - Abundance, use of space, and activity patterns of white-faced sakis (*Pithecia pithecia*) in French Guiana - *American Journal of Primatology*, 55: 203-221.
- Vieira da Silva J., 1979 - Introduction à l'écologie - Ed. Masson, Coll. d'écologie, 112 p.
- Vila M. and Terradas J., 1998 - Neighbour effects on *Erica multiflora* (Ericaceae): reproductive performance after clipping - *Acta Oecologica*, 19, 139-145.
- Vinck D., 2007 (2e ed) - Sciences et société / Sociologie du travail scientifique - Armand Colin, Coll. U, 304 p.
- Virkajärvi P., 1999 - Comparison of Three Indirect Methods for Prediction of Herbage Mass on Timothy-Meadow Fescue Pastures - *Acta Agriculturae Scandinavica*, B, Volume 49, Number 2, 26 November 1999, pp. 75-81(7)
- Vitelli M.P., Garcia C., Lockett C.J., West G.M. and Willson B.W., 2001 - Host specificity and biology of the moth *Psigida walkeri* (Lepidoptera: Citheroniidae), a potential biological control agent for *Mimosa diplotricha* in Australia and the south Pacific - *Biological Control*, 22, 1-8.
- Vissac B., 1990 - Les fusées et la forêt amazonienne cacheraient-elle les indiens ? - Paris, INRA-SAD, 8 p.
- Vissac B., 1993 - Société, race animale et territoire ; entre les théories et l'histoire : réflexions sur une crise - *Nat. Sc. Soc.*, 1(4), 282-297.
- Vissac B., Vivier M., Matheron G., Gachet J.P., Dedieu B., 1995 - Maîtrise du « Plan Vert » et conséquences - In : L'élevage bovin en Guyane : Une innovation majeure dans un milieu équatorial de plaine 1975-1990 - Vivier M., Vissac B., Matheron G., (éd. scientifiques), Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères p. 241-271.
- Vissac N., 1984 - Mise en place et premiers résultats d'un suivi technique d'élevages zébus Brahman en Guyane française - Cayenne, *Bulletin de liaison* n°8 CRAAG-INRA, 43 p.
- Vissac N., 1994 - Mouvement et mémoires de l'élevage - In : A la croisée des parcours. Pasteurs, éleveurs, cultivateurs. Blanc-Pamard et Boutrais (Coord.). Ed. Orstom, Paris, p. 79-108.
- Vivier M., 1984a. - "Réflexions autour des tentatives de mise en valeur agricole de la Guyane française" - p. 71-89 in : "Prairie guyanaise et élevage bovin". Actes de la réunion inter instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne -Suzini, 15-16 décembre 1981. Colloq. L'INRA n°24 350 p.
- Vivier M., 1984b. - "L'élevage bovin en Guyane française - Evolution et résultats" - p. 293-311 in : "Prairie guyanaise et élevage bovin". Actes de la réunion inter instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne -Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA 350 p. (Coll. INRA n°24).
- Vivier M., 1985 - Préface des actes du colloques intitulé "Systèmes d'élevages herbagers en milieu équatorial" - INRA, Cayenne, 9-10 décembre 1985, 455 p.
- Vivier M., 1990 - Les prairies et les pratiques d'exploitation. Eléments et les réflexions pour un diagnostic - *Fourrages* 124, 337-355.
- Vivier M., 1995 - "La tentation technocratique le "Plan vert", 1975-1986" - pp. 15-34 in : "L'élevage bovin en Guyane". Cirad-Emvt, INRA, 302 p.
- Vivier M., Béreau M., 1980 - Développement de la production de viande bovine en Guyane française, 1^{ère} approche - Rap. INRA Cayenne 33 p.
- Vivier M., Béreau M., De Rouville S., Coppry O., 1984 - Développement de la production de viande bovine en Guyane française - Quelques exemples concernant la conduite d'un troupeau Zébus Brahman sur des pâturages intensifs - Rapport INRA, Cayenne, 27 p.
- Vivier M., Coppry O., 1984. - "Les productions fourragères en Guyane française : premiers résultats." - pp. 167-185 in : "Prairie guyanaise et élevage bovin". Actes de la réunion inter instituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne -Suzini, 15-16 déc. 1981. Les colloques de l'INRA n°24, 350 p.
- Vivier M., Coppry O., Béreau M., 1985 - "Incidence du niveau de chargement sur la composition floristique et la production des prairies pâturées par des zébus Brahman en Guyane française." - pp. 41-62, In : actes du colloque "Système d'élevage herbager en milieu équatorial" Cayenne, 9-10 décembre 1985, 455 p.
- Vivier M., Vissac B., 1995 - Conclusion de l'ouvrage "L'élevage bovin en Guyane - Une innovation majeure dans un milieu équatorial de plaine 1975-1990" - Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.
- Vivier M., Vissac B., Matheron G., (éd. scientifiques), 1995 - L'élevage bovin en Guyane - Une innovation majeure dans un milieu équatorial de plaine 1975-1990 - Maisons-Alfort, Cirad-Emvt, INRA, coll. Repères, 302 p.
- Voisin A., 1957 - Productivité de l'herbe - Avertissement de Joseph Pousset & de Daniel Lecomte, Rééd. Fr. Agri. juillet 2001, 432 p.
- Voltaire F., Godron M., Lelievre F., 1990 - Les formations herbacées de Corse. II, Essai de validation de la typologie par la caractérisation de la structure végétale des types - *Agronomie*, 1990, vol. 10, n°3, pp. 233-241.
- Von Bertalanffy L., 2002 - Théorie générale des systèmes - Ed. (2^{ème}), Dunod, Coll. Psycho Sup 308 p.
- Vuarin, P., 2003 - Agricultures paysannes et alimentation au niveau mondial - Comment faire face à la machine à produire de la pauvreté et de la faim dans le monde ? - In : Acte Rencontres Beijing "Rétrospective et prospective d'un dialogue interculturel" fév. 2003, 7 p.
- Walker J.W., Heitschmidt R.K., Dowhower S.L., 1989 - Some effects of a rotational grazing treatment on cattle preference for plant communities - *J. Range Manage* 42:143-148.

- Wang G.G., 2002 - Growth of black spruce seedlings planted in burned, logged, and undisturbed boreal mixed wood stands of south-eastern Manitoba - *Forestry Chronicle*, 78, 275–280.
- Wardle D.A., Nicholson K. S., Ahmed M., Rahman A., 1995 - Influence of Pasture Forage Species on Seedling Emergence, Growth and Development of *Carduus nutans* - *The Journal of Applied Ecology*, Vol. 32, No. 1, pp. 225-233.
- Wardle D.A., Nicholson K.S., Ahmed A., Rahman A., 1992 - Influence of pasture grass and legume swards on seedling emergence and growth of *Carduus nutans* L. and *Cirsium vulgare* L. - *Weed Research* 32 (2), 119–128.
- Wardle D. A., Nicholson K. S., Rahman A., 1996 - Use of a comparative approach to identify allelopathic potential and relationship between allelopathy bioassays and "competition" experiments for ten grassland and plant species – *J. of Chemical Ecology* 22:5, 933-948.
- Watkinson A.R., Ormerod S.J., 2001 - Grasslands, grazing and biodiversity: editors' introduction - *Journal of Applied Ecology* V 38, 233–237.
- Watson A.K., 1985 - Integrated management of leafy spurge - *Leafy Spurge Monograph series of the Weed Sc. Society of America*, ed. Alan K. Watson, 1985. Chapter 9 (3):93-104.
- Wendy M.R., Callaway R.C., 2004 - The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass - *Oecologia* V 126 N 3: 444-450.
- Weiher E., Van der Werf A., Thompson K., Roderick M., Garnier E., Eriksson O., 1999 - Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology - *J. Veg. Sci.* 10 (1999) 609–620.
- Weins T., 1997 - Élaborer un indicateur significatif de l'habitat des Prairies ; Le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques – 3^{ème} assemblée scientifique nationale – session INDICATEURS 21-25 janvier 1997 - Saskatoon, Saskatchewan.
- Whiteman P.C., 1980 – Tropical pastures science – New York Oxford University Presse, 32 p.
- Whittaker R-H., 1967 – Gradient analysis of vegetation – *Biol. Rev.* 42, 207-264.
- Wiens J-A., 1989 – Spatial scaling in ecology – *Funct. Ecol.* 3, 385-399.
- Williams O.B., 1956 - Studies in the ecology of the riverine plain. II. Plant-soil relationships in three semi-arid grasslands - *Australian Journal of Agricultural Research* 7(2) 127 – 139.
- Williams O.B., 1961 - Studies in the ecology of the Riverine plain. III. Phenology of a *Danthonia caespitosa* Gaudich. Grassland - *Australian Journal of Agricultural Research* 12(2) 247 – 259.
- Wilson B., 1990 - Systems: Concepts, Methodologies and Applications - Ed. John Wiley & Sons, 2nd ed., 410 p.
- Wilson J.R., 1996 - Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in subtropical environment - *Aust. J. Agric. Res.*, 47, p.1075-1093.
- Wittenberg R., Cock M.J.W., 2001 - Les espèces exotiques envahissantes : Un manuel pour une meilleure prévention et de meilleures pratiques de gestion - CAB International pour le "Global Invasive Species Programme", 249 p.
- Wood C.H., Porro R., 2002 - Deforestation and use in the Amazon - University Press of Florida, 400p.
- Xandé A., Vivier M., 1984 - Valeur alimentaire des fourrages cultivés en Guyane - pp. 188-201, in : "Prairie guyanaise et élevage bovin". Actes de la réunion interinstituts INRA, ORSTOM, GERDAT, Cayenne - Suzini, 15-16 décembre 1981. Paris, INRA 350 p. (Coll. INRA n°24).
- Yung J.M., Zaslavski J., 1992 - Pour une prise en compte des stratégies des producteurs - Cirad-sar, 72 p. (coll.Doc. systèmes agraires n° 18).
- Ziliotto U., (coord.), 2004 - Tratti essenziali della tipologia veneta dei Pascoli di monte e Dintorni - Accademia It. di Sc. Forestali, 253 p.
- Zanine A.M., Santos E.M., 2004 – Competição entre espécies de plantas – uma revisão. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, V. 11, 103-122.
- Zanine A.M., Mauro Santos E., Jesus Ferreira D., 2005 - Possíveis causas da degradação de pastagens - *Redevt*, V. VI, N°11, Nov.2005. URL (Déc. 2008) : <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105/110509.pdf>